



Good. 228 pum / 1

Haeckel

<36640766070016

S

<36640766070016

Bayer. Staatsbibliothek



BIOLOGISCHE STUDIEN.

VON

DR. ERNST HAECKEL,

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT JENA.

ERSTES HEFT:

STUDIEN ÜBER MONEREN UND ANDERE PROTISTEN.

MIT 6 KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1870.

STUDIEN
ÜBER
M O N E R E N
UND
ANDERE PROTISTEN,

NEBST
EINER REDE ÜBER ENTWICKELUNGSGANG UND AUFGABE
DER ZOOLOGIE.

VON
DR. ERNST HAECKEL,
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT JENA.

MIT 6 KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1870.



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Ueber Entwicklungsgang und Aufgabe der Zoologie. Rede gehalten beim Eintritt in die philosophische Facultät zu Jena, am 12. Januar 1869	I
I. Monographie der Moneren. (Hierzu Taf. I und II)	1
I. Geschichtliche Einleitung	3
II. Beschreibung neuer Moneren	10
1. Protomyxa aurantiaca	11
2. Myxastrum radians	30
3. Myxodictyum sociale	38
4. Protamoeba primitiva	43
III. Bemerkungen zur Protoplasma-Theorie	46
IV. Begrenzung des Protistenreiches	54
V. Vergleichende Morphologie der Moneren	62
VI. System der Moneren	68
Erklärung der Taf. I und II	74
II. Beiträge zur Plastidentheorie. (Hierzu Taf. III und IV)	79
1. Die Plastidentheorie und die Zellentheorie	—
2. Bathybius und das freie Protoplasma der Meerestiefen	86
1. Huxley's Untersuchung des Bathybius	—
2. Zusammensetzung des Bathybius-Schlammes	91
3. Structur und Form des Bathybius-Protoplasma	93
4. Die Coccolithen und Coccosphären	97
5. Ursprung und Natur des Bathybius	104
3. Myxobrachia von Lanzerote	106
4. Die Plastiden und das Protoplasma der Rhizopoden	114
5. Amylum in den gelben Zellen der Radiolarien	119
6. Die Identität der Flimmerbewegung und der amoeboiden Proto- plasma-Bewegung	127
7. Die Plastidentheorie und die Kohlenstofftheorie	131
Erklärung der Taf. III und IV	135

	Seite
III. Die Catallacten, eine neue Protisten-Gruppe. (Hierzu Taf. V)	437
1. Entwicklungszustände von Magosphaera planula	439
2. Magosphaera im einzelligen Ruhezustand	444
3. Magosphaera in der Fortpflanzung	444
4. Magosphaera als einzellige Wimperkugel	448
5. Magosphaera als einfache Wimperzelle	452
6. Mogosphaera als amoeboide Zelle	454
7. Die systematische Stellung der Magosphaera	456
Erklärung der Tafel V	459

IV. Nachträge zur Monographie der Moneren. (Hierzu Taf. VI)	464
1. Vampyrella Gomphonematis	463
2. Protomonas Huxleyi	469
3. Neue Arten von Protamoeba	472
4. Die Moneren und die Urzeugung	477
5. Systematisches Verzeichniss aller bisher beobachteter Moneren. . . .	482
Erklärung der Tafel VI	483

Ueber Entwicklungsgang und Aufgabe der Zoologie.

Rede

gehalten beim Eintritt in die philosophische Facultät zu Jena

am 12. Januar 1869.

Leber Entzündung und Folgen der Entzündung

Seite

200 Seiten 1881 in der Bibliothek der Universität zu Bonn

Am 12. Januar 1881

Dem akademischen Lehrer, welcher seinen Eintritt in eine Facultät der herkömmlichen Sitte gemäss durch eine öffentliche Rede einzuleiten hat, bietet sich als das nächstliegende und natürlichste Thema eine Betrachtung der wissenschaftlichen Aufgaben, welche er in seinem Berufsfache findet, und der Art und Weise, in welcher er dieselben zu lösen gedenkt. Eine derartige Erörterung kann trivial und überflüssig erscheinen in jenen zahlreichen Zweigen der Wissenschaft, welche schon seit längerer Zeit eine fest bestimmte Richtung und ein klares Ziel gefunden haben, und über deren Inhalt, Umfang und Behandlung unter ihren Lehrern mehr oder minder Uebereinstimmung herrscht. Sie erscheint dagegen keineswegs bedeutungslos in denjenigen Disciplinen, welche noch nicht dieses Stadium der Reife erreicht haben, und demgemäss in sehr verschiedener Weise aufgefasst und behandelt werden. Unter den Naturwissenschaften gilt dies letztere von keiner in höherem Maasse, als von der Zoologie. Ich glaube daher, keineswegs etwas Ueberflüssiges zu thun, wenn ich heute bei meinem Eintritte in die philosophische Facultät meine eigene Auffassung von den Aufgaben der heutigen Zoologie darlege, und den Sinn erörtere, in welchem ich den in Jena neu errichteten ordentlichen Lehrstuhl für dieses Fach zu vertreten bestrebt bin.

Zum wahren Verständniss einer jeden Erscheinung gelangen wir nur dadurch, dass wir den geschichtlichen Gang ihrer Entstehung und ihres Wachstums Schritt für Schritt verfolgen. Jedes Verhältniss wird, mit einem Worte, nur durch seine Entwicklungsgeschichte erkannt. Dieser Grundsatz gilt ebenso von der menschlichen Wissen-

schaft, wie von allen übrigen organischen Functionen. Es wird daher zunächst nothwendig sein, einen übersichtlichen Blick auf den Entwicklungsgang zu werfen, welchen die Zoologie im Verlaufe des menschlichen Culturlebens genommen hat.

Dieser Entwicklungsgang ist fürwahr seltsam genug, und steht in mancher Beziehung einzig da. Denn wenn wir unter dem Begriffe der Zoologie naturgemäss die vollständige Gesamtwissenschaft von dem Thierleben in allen seinen verschiedenen Erscheinungsformen und Aeusserungen verstehen, die gesammte Morphologie und Physiologie der Thiere, so tritt uns zunächst die befremdende Thatsache entgegen, dass die verschiedenen Zweige der Thierkunde sich in auffallender Isolirung und Unabhängigkeit von einander entwickelt haben; dagegen zum Theil in engstem Zusammenhang mit verschiedenen anderen Wissenschaften. So ist der grösste Theil der Anatomie und Physiologie der Thiere hervorgegangen aus dem Bedürfniss der menschlichen Anatomie und Physiologie, welche ihrerseits wieder im Dienste der Medicin gross gezogen wurde. Dasselbe gilt von einem Theile der thierischen Entwicklungsgeschichte, nämlich derjenigen der Individuen, der Embryologie, während der andere Haupttheil derselben, die paläontologische Entwicklungsgeschichte der Thierarten und Thierstämme, völlig von jenem ersten geschieden, im Dienste der Geologie entstand. Die Psychologie, ein integrierender Bestandtheil der Physiologie, wurde gänzlich von dieser getrennt, und unter die Vormundschaft einer rein speculativen Philosophie gestellt, welche von der unentbehrlichen zoologischen Basis Nichts wissen wollte. Endlich entwickelte sich, ganz unabhängig von allen jenen Disciplinen, eine Systematik des Thierreichs, welche sich lediglich mit der Beschreibung und Classification der verschiedenen Thierarten beschäftigte. Obwohl diese systematische Zoologie den grössten Theil der vorher genannten Disciplinen ignorirte, und höchstens von der Anatomie eine Anzahl von Daten entlehnte, erhob sie dennoch vor allen den Anspruch, die »eigentliche« Zoologie zu sein, und dieser Anspruch kann gerechtfertigt erscheinen, wenn man als Maassstab das Volum der zoologischen Literatur und den Inhalt ihrer Handbücher betrachtet, welche in der That zum bei weitem grössten Theile der systematischen Zoologie gewidmet sind. Freilich hat in neuerer Zeit einestheils die Physiologie, anderntheils die Anatomie der Systematik ihr Privilegium streitig gemacht, und jede für sich will jetzt als die »eigentliche« Zoologie betrachtet werden. Indess ist dieser Streit so wenig erledigt, dass bis auf den heutigen Tag selbst unter den namhaften Vertretern unserer Wissenschaft die Ansichten über deren Inhalt und Umfang weit auseinander gehen, und bald dieser, bald jener

Theil als die eigentliche Zoologie bevorzugt und den anderen entgegengesetzt wird.

Den unbefangenen, ausserhalb der Fachgrenzen stehenden Beobachter muss diese Erscheinung um so mehr befremden, als bereits derjenige grosse Naturforscher des Alterthums, welchen die dankbare Nachwelt als »Vater der Naturgeschichte« verehrt, ARISTOTELES, die Thierkunde als das auffasste, was sie naturgemäss sein soll, als die umfassende Gesamtwissenschaft von den Thieren. Seine klassische »Geschichte der Thiere«, in Verbindung mit den specieller ausgeführten kleineren Schriften, der vergleichend anatomischen Schrift von den Theilen der Thiere, und der ontogenetischen Schrift von der Zeugung und Entwicklung der Thiere, offenbaren uns eine so universelle und grossartige Auffassung der Thierwelt, dass wir es begreiflich finden, wie dieselben mehr als anderthalb Jahrtausende hindurch als zoologisches Fundamentalwerk eine Autorität ohne Gleichen geniessen konnten.

Bis zum sechzehnten Jahrhundert fand sich kein Forscher, der es unternommen hätte, das von ARISTOTELES begonnene grossartige Unternehmen selbstständig fortzusetzen, oder auch nur bestimmte Theile des von ihm entworfenen Wissenschaftsgebäudes im Einzelnen auszuführen. Vielmehr begnügte man sich damit, die Schriften des ARISTOTELES abzuschreiben, zu übersetzen und zu commentiren.

Erst als durch die Entdeckung der neuen Welt, durch die Aufindung des Seewegs nach Ostindien und die zahlreichen anderen Entdeckungsreisen des fünfzehnten und sechzehnten Jahrhunderts eine Fülle von neuen, bis dahin unbekannten Thieren und Pflanzen nach Europa gebracht wurde, begann die Naturgeschichte aus ihrem langen Schlafe zu erwachen. Zunächst anregend wirkte das Bedürfniss, die neuen Formen zu unterscheiden, zu ordnen und zu benennen, und dies Bedürfniss wurde um so dringender, je mehr verschiedene Pflanzenarten in den Herbarien, je mehr verschiedene Thierarten in den zoologischen Sammlungen sich anhäuften. Aber erst im Beginn des achtzehnten Jahrhunderts kam der grosse Reformator der Naturgeschichte, der mit kühnem Geiste und mit gewaltiger Hand das riesenhaft angewachsene Material ergriff, durchgreifend ordnete, und zum ersten Male in dem künstlichen Gebäude eines streng logischen Systemes zusammenstellte. 1735 erschien das epochemachende »Systema naturae« von CARL LINNÉ, und damit war der feste Grundstein für alle nachfolgende Systematik des Thier- und Pflanzenreichs gegeben. Die von LINNÉ darin durchgeführte binäre Nomenclatur, die zwiespältige Benennungsweise der organischen Formen, welche sich auf die Unterscheidung

der Art (Species) und der Gattung (Genus) gründete, erwies sich so praktisch, dass sie noch heutigen Tages in allgemeiner Geltung steht.

Nun war es mit einem Male möglich geworden, die ganze unendliche Fülle der Thier- und Pflanzenformen übersichtlich zu ordnen und unter den bestimmten bleibenden Namen von Gattungen und Arten in das künstliche Fachwerk des Systems einzureihen. Bald wandten sich daher ganze Schaaren von Naturforschern dem neu eröffneten Gebiete der organischen Systematik zu. Einerseits die Unterscheidung und Classification der zahllosen verschiedenen Thier- und Pflanzenarten, andernseits der ästhetische Genuss an der Schönheit, oder selbst nur das neugierige Interesse an der Curiosität der äusseren Formen, übten eine solche Anziehungskraft aus, dass die grosse Mehrzahl der Naturforscher nach LINNÉ hierin allein schon vollständige Befriedigung fand. Selbst heute noch, nachdem schon längst im Gegensatz zu der reinen Systematik die anatomisch-physiologische Richtung sich kräftig entwickelt hat, ist die literarische Thätigkeit und wenigstens das numerische Gewicht ihrer Vertreter so stark, dass sie noch in weiten Kreisen als die »eigentlichen« Zoologen angesehen werden. Noch heute beschäftigen sich weit mehr Naturforscher mit dem Sammeln, Aufbewahren, Ordnen und Benennen der Thier- und Pflanzenformen, als mit ihrer anatomischen und physiologischen Untersuchung oder mit ihrer Entwicklungsgeschichte. Noch heute füllen dieselben die bei weitem grössere Hälfte der zoologischen und botanischen Literatur.

Schon diese imposante Vergangenheit und die mächtige äussere Stellung der Systematik nöthigt uns hier, unsere eigene Meinung von derselben darzulegen, zumal die Ansichten über Werth und Bedeutung derselben gerade jetzt sehr weit auseinandergehen. Denn während die Einen mit LINNÉ im System der Naturkörper noch heute das eigentliche Ziel der Naturgeschichte erblicken, während Andere darin nur einen übersichtlich geordneten Ausdruck unserer gesamten biologischen Kenntnisse im Lapidarstyl finden wollen, sprechen noch Andere der Systematik überhaupt allen wissenschaftlichen Werth ab.

Um in diesem Widerstreit der Meinungen zu einem gerechten Urtheil zu gelangen, müssen wir unterscheiden zwischen jener rein äusserlichen Systematik der grossen Menge, deren Ideal ein möglichst vollständiges zoologisches Museum und Herbarium ist, und zwischen derjenigen Systematik, welche in dem natürlichen System der Organismen den hypothetischen Ausdruck ihres wirklichen Stammbaums erblickt, und in dessen annähernder Feststellung ein eben so hohes als schwieriges wissenschaftliches Ziel verfolgt.

Die Systematik der ersten Art, die Museums-Zoologie und die Herbariums-Botanik, wie sie bisher ganz vorwiegend getrieben wurden, verdient allerdings nicht den Namen einer Wissenschaft. Denn jede Wissenschaft muss als solche einen gewissen Schatz von allgemeinen Resultaten und Gesetzen aufweisen können; sie muss nach dem Verständniss der Erscheinungen, und nach der Erkenntniss ihrer Ursachen streben; sie darf sich niemals mit der blossen Kenntniss einzelner Thatsachen begnügen. Das letztere ist aber bei der reinen Systematik ganz gewiss der Fall. Diese will weiter Nichts, als alle einzelnen Thier- und Pflanzenformen kennen, beschreiben, und mit Namen unterscheiden. Eine solche rein beschreibende Naturgeschichte kann aber nie eine Wissenschaft sein. Denn der Begriff einer rein descriptiven Wissenschaft ist ein innerer Widerspruch, eine *Contradictio in adjecto*. Wir sind gewiss weit entfernt davon, den hohen praktischen Werth der descriptiven Systematik zu unterschätzen. Sie ist sowohl für die zoologischen und botanischen Sammlungen, als auch für die eigentlich wissenschaftlichen Untersuchungen der Thiere und Pflanzen ganz unentbehrlich. Sie ist ebenso unentbehrlich als diese Sammlungen selbst, und die ganze Verwerthung der zoologischen und botanischen Kenntnisse für das praktische Leben ist von ihr abhängig. Allein eine praktische und angewandte Wissenschaft ist eben keine reine Wissenschaft mehr, sondern eine Kunst, und wir werden daher die rein descriptive Systematik der Thier- und Pflanzenformen ebenso als eine Kunst zu betrachten haben, wie die praktische Medicin, die Pharmacie und die Landwirthschaft, denen sie ja auch in besonderem Maasse dienstbar ist.

Gänzlich verschieden von dieser künstlichen descriptiven Systematik ist diejenige wahrhaft wissenschaftliche Systematik, welche in dem natürlichen Systeme der Thier- und Pflanzenarten den wahren Stammbaum derselben erblickt und aufsucht. Diese genealogische Behandlung und Auffassung des natürlichen Systems ist freilich erst in der jüngsten Zeit möglich geworden, seitdem CHARLES DARWIN durch seine Reform der Descendenz-Theorie uns zu einem wahren ursächlichen Verständniss der organischen Erscheinungswelt geführt hat. Freilich wird es noch lange dauern, ehe auch nur die Hauptzweige des systematischen Stammbaums vollkommen festgestellt sein werden, und die Aufgabe unserer genealogischen Systematik ist höchst verwickelt. Aber dennoch gehört ihr die Zukunft! Nur durch die genealogische Auffassung des natürlichen Systems, welche in den Kategorien oder Gruppenstufen desselben, in den Classen, Ordnungen, Gattungen und Arten lediglich divergente Zweige des wahren Stammbaums erblickt,

welche in der Formverwandtschaft der Organismen ihre wahre Blutsverwandtschaft erkennt, nur durch dieses genealogische Verständniss des Formensystems wird die Systematik zu einer wahren Wissenschaft.

Uebrigens hat die descriptive Systematik während der letzten Jahrzehnte insofern schon mehr und mehr dem wahrhaft natürlichen System der genealogischen Classification sich nähern müssen, als sie gezwungen wurde, immer mehr die gesammten Bildungs- und Entwicklungsverhältnisse der organischen Formen zur breiten Basis ihrer systematischen Unterscheidung zu machen. Die frühere, von LINNÉ ausgehende Systematik war insofern rein künstlich, als sie meistens nur einzelne, und vorzugsweise äussere, leicht kenntliche Merkmale zur Unterscheidung der Arten und Gattungen und selbst der grösseren Gruppen, der Ordnungen und Classen, benutzte, und bei deren Verwerthung rein logisch verfuhr oder wenigstens verfahren sollte. Die spätere Systematik, insbesondere seit Beginn unseres Jahrhunderts, fasste aber statt dessen mehr den gesammten Charakter des Baues und namentlich die wichtigeren inneren Verhältnisse ins Auge, und stützte sich in den letzten Decennien auch schon wesentlich auf die Embryologie. Indem nun immer mehr diese letztere, und überhaupt die gesammte Entwicklungsgeschichte in ihrem fundamentalen Werthe erkannt und auch in der descriptiven Systematik verwerthet wurde, nahm die Classification unwillkürlich immer entschiedener ihre Richtung auf das genealogische, wahrhaft natürliche System, gab aber dabei nothwendig häufig ihren logischen Charakter auf. Denn die streng logische Classification muss nothwendig oft künstlich sein und kann sehr oft aus vielen Gründen nicht mit der genealogischen natürlichen Classification zusammenfallen.

Die synthetische, genealogische Systematik der Zukunft wird mehr als alles Andere dazu beitragen, die verschiedenen isolirten Zweige der Zoologie in einem natürlichen Mittelpunkte, in der wahren Naturgeschichte zu sammeln, und zu einer umfassenden geschichtlichen Gesamtwissenschaft von Thierleben zu vereinigen. Die analytische, descriptive Systematik der Vergangenheit that gerade das Gegentheil, indem sie immer bestrebt war, sich als »eigentliche« Zoologie in den Vordergrund zu drängen, und diejenigen Wissenschaftszweige, die ihr eigentlich erst ihren inneren Gehalt geben, vor allen die Anatomie und Entwicklungsgeschichte, aus dem Gebiete der sogenannten eigentlichen Zoologie auszuschliessen. Dieses sonderbare Verhältniss lässt sich grossentheils aus der schon vorher berührten Isolirung erklären, in der sich die Anatomie und die übrigen Zweige der Zoologie, grossen-

theils in Zusammenhang mit anderen, fremden Wissenschaften, entwickelten.

Derjenige Theil der wissenschaftlichen Zoologie, welcher vor allen zunächst von der Systematik hätte gepflegt werden sollen, die Morphologie, d. h. die Anatomie und Entwicklungsgeschichte, hat sich eigentlich bis zum Beginn unseres Jahrhunderts vollkommen unabhängig von der herrschenden systematischen Zoologie erhalten. Ja selbst jetzt noch finden wir von anerkannten Naturforschern und weitverbreiteten Handbüchern die Frage erörtert, ob denn eigentlich die vergleichende Anatomie der Thiere zur Zoologie gehöre oder nicht?

Allerdings hatte bereits ARISTOTELES erkannt, dass die Naturgeschichte der Thiere auch die Kenntniss ihres inneren Baues umfasse und hatte selbst schon vielfach Thiere zergliedert. Ja, schon sein grosser Vorgänger, DEMOCRITUS von Abdera, der Begründer der Atomenlehre, hatte seinen Eifer für Thier-Anatomie so weit getrieben, dass ihn seine Mitbürger für wahnsinnig hielten, und ihm den Aufenthalt in ihrer Mitte untersagten. Allein in der Folgezeit wurde die Kenntniss vom inneren Bau des Thierkörpers vorzugsweise durch die Medicin gefördert, welche schon frühzeitig das dringende Bedürfniss empfand, den inneren Bau des menschlichen Körpers genau kennen zu lernen. Da aber Vorurtheil und Aberglauben während des ganzen Alterthums und Mittelalters der Zergliederung menschlicher Leichen die grössten Hindernisse in den Weg legten, so nahm man seine Zuflucht zur Anatomie der dem Menschen nächstverwandten Säugethiere, und zog aus deren innerem Bau Schlüsse auf die entsprechenden Verhältnisse beim Menschen. Der römische Arzt CLAUDIUS GALENUS, welcher im zweiten Jahrhundert nach Christus lebte, und dessen Schriften über menschliche Anatomie und Pathologie bis zum fünfzehnten Jahrhundert sich einer unumschränkten Autorität erfreuten, schöpfte seine Kenntniss des menschlichen Baues vorzugsweise aus der Zergliederung von Affen. Selbst noch im vierzehnten und fünfzehnten Jahrhundert wagte man menschliche Anatomie nur in verborgenen Schlupfwinkeln zu treiben, besonders seitdem Papst BONIFAZ VIII. den grossen Kirchenbann über Alle ausgesprochen hatte, welche menschliche Leichen zu zergliedern wagten. So beschränkten sich denn die wissbegierigen Aerzte meistens auf die Anatomie der Hunde, Pferde und anderer leicht zugänglichen Hausthiere.

Auf diese Weise wurden schon mancherlei Kenntnisse über den inneren Bau des Körpers der höheren Thiere gesammelt. Aber erst im achtzehnten Jahrhundert fing man wieder an, auch die Anatomie der niederen Thiere in ausgedehnterem Maasse zu untersuchen und zu vergleichen, und gegen Ende desselben bereiteten namentlich PALLAS, POLI

und CAMPER den Boden vor, auf welchem endlich im Anfange unseres Jahrhunderts CUVIER zum ersten Male ein selbstständiges Lehrgebäude der vergleichenden Anatomie errichten konnte.

Unter den zahlreichen und grossen Verdiensten, welche sich CUVIER um die Förderung der Zoologie erwarb, steht oben an die Unterscheidung der grossen natürlichen Hauptgruppen, welche er Zweige oder Typen des Thierreichs nannte und welche er durch die wesentlichen, constanten Grundzüge ihres inneren anatomischen Baues charakterisirte. Die wichtigsten allgemeinen Resultate der vergleichenden Anatomie wurden dadurch zugleich zum ersten Male für die systematische Thierkunde verwerthet, und damit der Anfang eines natürlichen Systems gemacht. Da nun CUVIER gleichzeitig ebenso umfassende Kenntnisse in der thierischen Systematik, als gründliches Verständniss der vergleichenden Anatomie besass, musste ihm der innere Zusammenhang dieser beiden Disciplinen völlig klar werden, so dass er sogar die vergleichende Anatomie gleichzeitig als die Voraussetzung und als das Ziel der Zoologie bezeichnen konnte.

Indessen war diese Verschmelzung weit davon entfernt, allgemein anerkannt zu werden. Vielmehr trat in der Folge eher wieder eine Verschärfung des Gegensatzes zwischen beiden ein, indem man einerseits die Erforschung des inneren Baues, welche bei den höheren Thieren nur durch Zergliederung möglich ist, der vergleichenden Anatomie, andererseits die Beschreibung der äusseren Formen der eigentlichen, d. h. der systematischen Zoologie zuwies. Hierin lag aber eben ein doppelter Fehler. Denn erstens ist die bloss anatomische Zergliederung der Thiere und die Beschreibung ihres inneren Baues noch lange nicht vergleichende Anatomie, sondern vielmehr bloss Zootomie; die Zootomie aber verfährt bloss analytisch und beschreibend; die vergleichende Anatomie dagegen, wie ihr Name sagt, synthetisch und vergleichend — diese behauptet den Rang einer wahrhaft philosophischen Wissenschaft, worauf jene niemals Anspruch erheben kann; die Zootomie bleibt eine reine Kunst, so gut wie die menschliche Anatomie, so lange diese letztere nicht vergleichend und synthetisch zu Werke geht.

Zweitens aber ist es auch falsch, unter Anatomie bloss die Kenntniss des inneren Baues und nicht der äusseren Körperformen zu verstehen. Vielmehr ist Anatomie die gesammte Kenntniss von den entwickelten oder vollendeten Formen der Organismen, gleichviel ob dieselben äusserlich an der Oberfläche des Körpers zu Tage treten oder nicht. Wenn z. B. SAVIGNY in den unendlich mannigfaltig gebildeten Mundtheilen der Insecten eine und dieselbe gemeinsame Grundform,

einen einheitlichen sogenannten Bauplan nachwies, so war dies reine »vergleichende Anatomie«, obwohl die Mundtheile der Insecten ganz äusserlich liegen und auch von der systematischen Zoologie beständig verwerthet werden, aber freilich nur in entgegengesetztem, in analytischem oder zootomischem Sinne.

In gleicher Weise, wie die Lehre von den Organen, welche den Hauptbestandtheil der vergleichenden Anatomie bildet, so hat auch die Lehre von den Elementartheilen derselben, die Gewebelehre, Histologie oder Zellenlehre, durch die Medicin angeregt, von der menschlichen Anatomie ihren Ausgangspunkt genommen. Allerdings begann der grosse Italiener MARCELLO MALPIGHI schon vor mehr als zwei Jahrhunderten mit Hülfe des so eben entdeckten Mikroskopes den feineren Bau sowohl des thierischen, als des pflanzlichen Körpers und seine Zusammensetzung aus verschiedenen Geweben zu erforschen. Allein sowohl MALPIGHI und LEEUWENHOECK, als auch die Mikroskopiker des achtzehnten Jahrhunderts vermochten nicht über eine bunte Sammlung von zusammenhanglosen Thatsachen hinauszukommen, und selbst nachdem XAVER BICHAT 1801 durch seine »Anatomie generale« die erste zusammenhängende Gewebelehre des Menschen gegeben hatte, verflossen beinahe noch vierzig Jahre, bis THEODOR SCHWANN, angeregt durch SCHLEIDEN'S kurz zuvor aufgestellte pflanzliche Zellentheorie, seine epochemachenden »Untersuchungen über die Uebereinstimmung im Bau und Wachsthum der Thiere und Pflanzen« veröffentlichte. Damit war der Nachweis geliefert, dass auch der Leib der Thiere ebenso wie der der Pflanzen aus selbstständig lebenden elementaren Organismen oder Individuen erster Ordnung, aus Zellen, zusammengesetzt sei, und dass jeder vielzellige Organismus aus einer einfachen Zelle entstehe. Indessen wirkte merkwürdiger Weise diese Zellentheorie in der Zoologie bei weitem nicht so mächtig und allgemein fördernd, als in der Botanik, wo die Zellenlehre bald so sehr den Hauptbestandtheil der Anatomie bildete, dass man beide Begriffe oft geradezu für identisch annahm. Nur die menschliche Zellenlehre und die damit zusammenhängende Gewebelehre des Wirbelthierkörpers nahm bald einen äusserst kräftigen Aufschwung, da die wissenschaftliche Medicin ihre fundamentale Bedeutung richtig begriff. Namentlich vermochte der scharfsinnige VIRCHOW durch seine Cellularpathologie das innere Wesen des Zellenlebens tiefer zu ergreifen und darzustellen, als die grosse Schaar der bloss an den äusseren Zellenformen haftenden Histologen. Dagegen blieb die Gewebelehre der wirbellosen Thiere ausserordentlich zurück, und erst das letzte Jahrzehnt hat in umfassenderer Weise die Ausbeutung der unermesslichen hier verborgen liegenden Schätze begonnen.

Mehr zu beklagen bleibt aber jedenfalls, dass auch heute noch das eigentliche Verständniss des Zellenlebens den meisten sogenannten Zoologen gänzlich abgeht, und dass die Gewebelehre noch in weit höherem Maasse als die Organlehre, als eine Disciplin betrachtet wird, um die sich die eigentliche Zoologie nicht sehr zu kümmern brauche.

In noch weiterem Abstände von der systematischen Zoologie, als die vergleichende Anatomie und Gewebelehre, bildete sich die Entwicklungsgeschichte der Thiere aus. Dies gilt von beiden Zweigen derselben, sowohl von der Entwicklungsgeschichte der thierischen Individuen, welche gewöhnlich Embryologie, richtiger Ontogenie genannt wird, als von derjenigen der thierischen Arten und Stämme, der paläontologischen Entwicklungsgeschichte oder Phylogenie.

Für die erstere bildete wieder die Naturgeschichte des Menschen, und das Interesse, welches die wissenschaftliche Medicin an derselben hatte, den Ausgangspunkt. Die menschlichen Anatomen mussten natürlich auch den Bau und die Entwicklung des menschlichen Embryo in Betracht ziehen. Da aber die frühesten Stadien der embryonalen Entwicklung beim Menschen sowohl als bei den übrigen Säugethieren nur schwer zugänglich sind, so wandte man sich schon frühzeitig an diejenigen nächst verwandten Wirbelthiere, die Vögel, bei denen sich die Entwicklung des Eies bequem von Anfang an verfolgen lässt. Aber obwohl schon im 17. Jahrhundert eine Anzahl Darstellungen von Wirbelthier-Embryonen aus früheren und späteren Stadien gegeben wurden, so vermochte doch erst CASPAR FRIEDRICH WOLFF in seiner 1759 erschienenen »Theoria generationis« das eigentliche Wesen der thierischen Entwicklung, als einer wahren Epigenesis, darzulegen, und selbst dann verfloss noch ein halbes Jahrhundert, ehe dieselbe die verdiente Anerkennung gewann.

Als nun im Beginn unseres Jahrhunderts die Embryologie namentlich durch PANDER und BAER einen neuen, mächtigen Aufschwung nahm, waren es wieder vor allen die Wirbelthiere, und in erster Linie die Säugethiere und Vögel, um deren Entwicklungsgeschichte man sich, im Hinblick auf diejenige des Menschen, am meisten bemühte. Allerdings zeichnete der weitblickende BAER schon in seiner Entwicklungsgeschichte der Thiere, welche vorzugsweise die Wirbelthiere behandelte, in grossen Umrissen auch die Charakterzüge, durch welche sich die verschiedenen Hauptgruppen der wirbellosen Thiere in ihrer Ontogenie unterscheiden. Indessen begannen eingehendere und umfassendere Studien über die Entwicklungsgeschichte der verschiedenen Wirbellosen erst einige Decennien später angestellt zu werden, und auch

heute ist, trotz der zahlreichen und glänzenden Entdeckungen der verflossenen Jahrzehnte, unsere zusammenhängende Erkenntniss von der Entwicklungsgeschichte der Wirbellosen viel weiter zurück, als diejenige der Wirbelthiere. Jedenfalls ist aber so viel gewonnen, dass heutzutage in der Zoologie ebenso wie in der Botanik, die wahrhaft wissenschaftlichen Vertreter derselben die Entwicklungsgeschichte als das unentbehrliche Fundament anerkennen, durch welches ein wahres anatomisches Verständniss der entwickelten Formen erst gewonnen werden kann.

Freilich beschränkte sich diese Anerkennung bisher nur auf den einen, eben genannten Zweig der Entwicklungsgeschichte, auf diejenige der thierischen Individuen. Dagegen ist der andere, nicht mindere bedeutungsvolle Zweig derselben bis in die neueste Zeit im auffallendsten Maasse vernachlässigt worden. Das ist die paläontologische Entwicklungsgeschichte der Thierarten, die Phylogenie. Sie hat die Formenwandlungen zu erforschen, welche die wenigen grossen Hauptclassen des Thierreichs, die Phylen oder Stämme, während der langen Perioden der Erdgeschichte unter beständigem Wechsel ihrer Arten durchlaufen haben.

Erst seitdem CHARLES DARWIN 1859 seine epochemachende Selectionstheorie aufgestellt, und dadurch der von LAMARCK 50 Jahre früher begründeten Descendenztheorie ihr unerschütterliches causales Fundament gegeben hatte, erst seitdem ist es möglich geworden, an diesen wichtigen und interessanten, bisher aber nicht einmal dem Namen nach existirenden Zweig der Zoologie, ernstlich Hand anzulegen. Es erklärt sich das daraus, dass das empirische Material dieser Stammesgeschichte sich auf einem weit entfernten Gebiete der Naturwissenschaft, ohne jeden inneren Zusammenhang mit der Zoologie, angehäuft hat. Denn die versteinerten Thierreste, welche im Schoosse der Erde begraben liegen, und welche als »Denkmünzen der Schöpfung« uns die Geschichte der ausgestorbenen Thiergeschlechter von Jahrtausenden her erzählen, sind zuerst und vorzüglich wegen ihrer Bedeutung für die Entwicklungsgeschichte des Erdkörpers studirt worden. Die Geologen waren es, welche den Petrefacten zuerst eingehende Aufmerksamkeit schenkten, und daher hat sich die Paläontologie gänzlich im Dienste der Geologie entwickelt.

Nun liegt der Werth der Versteinerungen für den Geologen vor allem darin, dass sie ihm das relative Alter der über einander liegenden, aus dem Wasser abgesetzten Erdschichten anzeigen. Der Zoolog dagegen erkennt in den Petrefacten die Reste von ausgestorbenen Vorfahren und Blutsverwandten der jetzt lebenden Thierarten, und er muss aus der gesetzmässigen historischen Aufeinanderfolge derselben

eine wahre Stammesgeschichte derselben, die continuirliche Umbildungsgeschichte der Speciesformen, zu construiren suchen. Daher haben z. B. die verschiedenen Säugethierreste für den Zoologen das höchste, für den Geologen nur ein sehr geringes Interesse. Andererseits sind die zahlreichen versteinerten Schnecken- und Muschelarten, welche für die Geologie als »Leitmuscheln« zur Bestimmung der Gebirgs-Formationen die höchste Bedeutung besitzen, für die Stammesgeschichte der Thiere nur von untergeordnetem Werthe.

Kein Fehler hat in der bisherigen Behandlung der Zoologie zu so grossen Missgriffen geführt, als jene unnatürliche Trennung der beiden Zweige der Entwicklungsgeschichte. Unmöglich konnte man das eigentliche Wesen der organischen Entwicklungsgeschichte verstehen, so lange sich die Ontogenie und die Phylogenie, die Entwicklungsgeschichte der Individuen und diejenige der Arten, nicht um einander kümmerten. Denn thatsächlich stehen ja diese beiden Hälften der Entwicklungsgeschichte im allerinnigsten ursächlichen Zusammenhang. Die Formenreihe, welche das organische Individuum bei seiner kurzen und schnellen Entwicklung vom Ei an durchläuft, wiederholt uns in grossen und allgemeinen Zügen die Formenreihe, welche seine Vorfahren seit Beginn der organischen Schöpfung in dem langen und langsamen Gange ihrer Stammesgeschichte oder ihres Artenwechsels durchlaufen haben. Oder mit anderen Worten: die Individuengeschichte, die Ontogenie, ist eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung der Stammesgeschichte, der Phylogenie.

Die klare Erkenntniss dieses höchst wichtigen Verhältnisses ist von der grössten Bedeutung, nicht allein für die Würdigung der Entwicklungsgeschichte, sondern auch der ganzen Zoologie. Aus dem Umstande aber, dass dasselbe erst in der jüngsten Zeit klar erkannt wurde, kann man schliessen, wie weit unsere Wissenschaft noch zurück ist. Die natürliche, genealogische Systematik, welche das System der Thier- und Pflanzenarten als ihren Stammbaum aufzufassen hat, wird erst in Folge jener Erkenntniss, wie wir schon vorher sahen, sich frei entwickeln können.

Die bisher erwähnten Zweige der Zoologie, die Anatomie und Systematik, die Entwicklungsgeschichte der Individuen und der Stämme, gehören sämmtlich jenem ausgedehnten Gebiete unserer Wissenschaft an, welches man unter dem Namen der Formenlehre oder Morphologie der Thiere begreift. Dieser gegenüber steht als andere Hälfte der Zoologie die Physiologie, die Lehre von den Lebenserscheinungen der Thiere. Wie die Morphologie in die beiden

Hauptzweige der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, so zerfällt die Physiologie in die beiden Hauptzweige der inneren und äusseren, der Conservations- und der Relations-Physiologie. Die erstere untersucht die Functionen des Organismus an sich, die letztere seine Lebensbeziehungen zur Aussenwelt. Auch diese beiden Disciplinen haben wieder von ganz verschiedenen und weit entfernten Gebieten der Naturwissenschaft ihren Ausgangspunkt genommen.

Was zunächst die äussere oder die Relations-Physiologie betrifft, d. h. die Lehre von den Beziehungen des thierischen Organismus zur Aussenwelt, so zerfällt diese wieder in zwei Theile, die Oecologie und die Chorologie der Thiere. Unter Oecologie verstehen wir die Lehre von der Oeconomie, von dem Haushalt der thierischen Organismen. Diese hat die gesammten Beziehungen des Thieres sowohl zu seiner anorganischen, als zu seiner organischen Umgebung zu untersuchen, vor allen die freundlichen und feindlichen Beziehungen zu denjenigen Thieren und Pflanzen, mit denen es in directe oder indirecte Berührung kommt; oder mit einem Worte alle diejenigen verwickelten Wechselbeziehungen, welche DARWIN als die Bedingungen des Kampfes um's Dasein bezeichnet. Diese Oecologie (oft auch unpassend als Biologie im engsten Sinne bezeichnet) bildete bisher den Hauptbestandtheil der sogenannten »Naturgeschichte« in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes. Sie entwickelte sich, wie die zahlreichen populären Naturgeschichten älterer und neuerer Zeit zeigen, im engsten Zusammenhang mit der gewöhnlichen Systematik. So unkritisch nun auch meistens hierbei diese Oeconomie der Thiere behandelt wurde, so erwarb sie sich jedenfalls das Verdienst, das Interesse für Zoologie in weiteren Kreisen lebendig zu erhalten.

Viel geringere Theilnahme fand bis vor Kurzem der andere Zweig der Relations-Physiologie, die Chorologie, d. h. die Lehre von der geographischen und topographischen Verbreitung, von den horizontalen und vertikalen Grenzen der Thierarten, oder die Geographie der Thiere im weitesten Sinne des Wortes. Bisher bestand dieselbe aus einem wüsten Chaos von bunt zusammengehäuften und unverstandenen That-sachen, welchem selbst ein ALEXANDER HUMBOLDT und ein CARL RITTER nur hier und da ein tieferes Interesse abzugewinnen vermochte. Erst durch DARWIN's Neubegründung der Descendenz-Theorie ist es möglich geworden, die geographische und topographische Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten in ihren mechanischen Ursachen zu erkennen, und in ihrem eigentlichen Wesen als einem lebendigen Naturprocess zu erklären, der wesentlich durch die Wanderungen der Spielarten und ihre Umbildung im Kampfe um das Dasein bedingt ist. Obschon daher noch

in den ersten Anfängen begriffen, lässt uns doch die Chorologie, ebenso wie die Oecologie der Thiere, schon jetzt eine Fülle der interessantesten Resultate aus der Ferne erblicken.

Als anderen Hauptzweig der Physiologie stellten wir vorher der äusseren oder der Relations-Physiologie die innere oder Conservations-Physiologie gegenüber, welche die Lebensthätigkeit des Organismus in Beziehung auf ihn selbst untersucht, die Functionen seiner Organe, und vor allen die wichtigsten und allgemeinsten Lebenserscheinungen, die Functionen der Selbsterhaltung, des Wachstums, der Ernährung und Fortpflanzung. Dieser zweite Haupttheil der Physiologie hat, gänzlich von dem ersten getrennt, seinen Ausgangspunkt (ebenso wie die Anatomie) von der Medicin genommen. Sobald die wissenschaftliche Medicin erkannt hatte, dass für eine richtige Erkenntniss des kranken menschlichen Körpers nicht nur die Kenntniss seiner Organisation, sondern auch seiner gesammten Lebenserscheinungen im gesunden Zustande die unerlässliche Vorbedingung sei, musste sie die Physiologie des Menschen zur Voraussetzung seiner Pathologie machen. Da aber für viele physiologische Untersuchungen, namentlich für die mit Vivisection verbundenen Beobachtungen und Experimente der menschliche Organismus nicht tauglich ist, so wandten sich die menschlichen Physiologen schon frühzeitig an die dem Menschen nächstverwandten Wirbelthiere, unter denen insbesondere der treue Hund und der unglückliche Frosch das bedauernswerthe Massenmaterial für die Experimental-Physiologie liefern mussten. Freilich war diese aus dem praktischen Bedürfniss hervorgehende Untersuchung gewisser Lebenserscheinungen an einzelnen Wirbelthieren weit davon entfernt, zu einer wirklichen »vergleichenden Physiologie« zu führen. Eine solche existirt auch heute noch nur dem Begriff und der Aufgabe nach, und die Einseitigkeit der menschlichen Wirbelthier-Physiologen trägt daran vielleicht nicht geringere Schuld, als die Gleichgültigkeit der systematischen Zoologen. Soviel ist aber jedenfalls dadurch schon jetzt gewonnen, dass das metaphysische Gespenst der sogenannten »Lebenskraft« nicht bloss von dem Gebiete der menschlichen, sondern auch der gesammten thierischen Physiologie völlig und für immer verbannt ist. Von diesem mystischen Producte dualistischer Confusion, welches bald als zweckthätiges Lebensprincip, bald als zweckmässig wirkende Endursache, bald als organische Schöpfungskraft so viel Unheil und Verwirrung angerichtet hat, kann jetzt bei einer wahrhaft wissenschaftlichen Untersuchung und Erklärung der Lebenserscheinungen nicht mehr die Rede sein. Wir wissen jetzt, dass alle Lebenserscheinungen der Thiere, ebenso wie des Menschen, mit absoluter Noth-

wendigkeit nach grossen mechanischen Naturgesetzen erfolgen, dass sie nicht durch Endzwecke (*Causae finales*), sondern durch mechanische Ursachen (*Causae efficientes*) bewirkt werden, und dass sie im letzten Grunde auf physikalisch-chemischen Processen beruhen, auf unendlich feinen und verwickelten Bewegungserscheinungen der kleinsten Theilchen, welche den Körper zusammensetzen. Aber auch hier in der Physiologie, wie in der Morphologie, wird uns das volle Licht über den natürlichen und mechanischen Zusammenhang aller Erscheinungen erst durch LAMARCK's und DARWIN's Descendenz-Theorie gegeben werden. Sie wird uns zeigen, wie gleich den Formen der Zellen und Organe auch ihre eigenthümlichen Lebensbewegungen, ihre specifischen Functionen, sich auf dem langen und langsamen Wege fortschreitender Entwicklung und Arbeitstheilung stufenweise und allmählich entwickelt haben.

Auf keinem Gebiete der Zoologie wird diese Erkenntniss grössere Umwälzungen hervorbringen, als auf demjenigen der thierischen Psychologie, auf welche wir nothwendig jetzt noch zuletzt einen besonderen Blick werfen müssen. Denn gerade die Seelenlehre der Thiere hat sich in grösserer Isolirung entwickelt, und ist daher auch in stärkerem Rückstande geblieben, als alle übrigen Zweige der Zoologie. Hat ja selbst die menschliche Psychologie, von welcher doch alle vergleichende Psychologie der Thiere immer erst ausgegangen ist, sich bisher fast ganz im Dienste einer speculativen Philosophie entwickelt, welche die unentbehrlichen Fundamente der empirischen Physiologie von vornherein verschmähte.

Was würden wir heutzutage von einem Botaniker sagen, der das Seelenleben der Pflanzen von ihren übrigen Lebenserscheinungen trennen und das Studium der letzteren der empirischen Physiologie, dasjenige der ersteren aber der speculativen Philosophie zuweisen wollte? Und doch zeigen uns die Seelenerscheinungen mancher Pflanze (wie z. B. der schamhaften Mimose, der empfindlichen Fliegenfalle, und selbst unserer einheimischen Berberitzenblüthe) einen höheren Grad der Vollkommenheit, als diejenigen vieler niederen Thiere, wie z. B. der Schwämme, vieler Corallen, und der Seescheiden oder Ascidien! Diese letzteren aber, die Ascidien, besitzen unter allen wirbellosen Thieren die nächste Blutsverwandtschaft mit den Wirbelthieren; und unter diesen finden wir eine solche ununterbrochene Continuität in der stufenweisen Entwicklung des Seelenlebens, dass wir eine zusammenhängende Fortschrittsreihe aufstellen können von manchen Amphibien, deren geistige Entwicklung weit hinter derjenigen der höheren Wirbellosen zurückbleibt, bis zu manchen Säugethieren, die sich vielleicht über die niedersten Menschenstufen erheben.

Sobald man auf diesem dunkeln und durch mystische Speculationen noch mehr verdunkelten Gebiete diejenigen Untersuchungsmethoden befolgt, die uns überall in der Biologie zum Ziele führen, die beiden Methoden der Vergleichung und der Entwicklungsgeschichte, so muss man nothwendig zu dem Resultate gelangen, dass auch das menschliche Seelenleben, gleich den übrigen Lebensfunctionen, sich im Kampf um's Dasein langsam, und in gleichem Schritt mit der fortschreitenden Vervollkommnung des Nervensystems, historisch entwickelt hat. Die Untersuchung desselben kann mithin keiner anderen Wissenschaft anheimfallen, als der vergleichenden Physiologie, also einem Zweige der Zoologie.

Hier ist nun vor Allem der Punkt, wo die Zoologie in die engste Berührung mit der speculativen Philosophie tritt. Unsere Sorge aber wird es sein müssen, dahin zu wirken, dass diese Berührung nicht zu einer feindlichen Abstossung, sondern zu einer fördernden Annäherung führe. Denn die Zoologie kann nach unserer Ueberzeugung so wenig als irgend eine andere Naturwissenschaft, der philosophischen Speculation entbehren. Sie kann eben so wenig ohne dieselbe zu dauernden Erfolgen gelangen, als die speculative Philosophie ohne die empirische Basis der Naturwissenschaft. Die höchsten Ziele und Probleme jeder gesunden Naturwissenschaft sind allgemeine Erkenntnisse philosophischer Natur. Die tiefsten Fundamente und Stützpunkte jeder gesunden Philosophie sind physiologische Gesetze empirischen Ursprungs. Nur in der innigsten gegenseitigen Durchdringung und Förderung können die empirische Naturwissenschaft und die speculative Philosophie ihr gemeinsames Ziel erreichen: Erkenntniss der natürlichen Wahrheit.

Die Naturforscher, welche stolz auf ihre absolute Empirie, ohne philosophische Gedanken-Operationen die Naturwissenschaft fördern zu können meinen, sind schuld an der entsetzlichen Verwirrung der Begriffe und Urtheile, und an den erstaunlichen Verstössen gegen die natürliche Logik, denen man überall in der zoologischen und botanischen Literatur begegnet, und die jedem Philosophen ein mitleidiges Achselzucken entlocken müssen. Die Philosophen andererseits, welche bloss durch reine Speculationen, ohne die empirisch-naturwissenschaftliche Basis, zur Erkenntniss allgemeiner Gesetze gelangen zu können glauben, bauen Luftschlösser, die der erste beste Empiriker mit Hülfe sinnlicher Erfahrungen umblasen kann.

Wie nothwendig für den wahren Fortschritt der Wissenschaft, und vor allem der Zoologie, die innigste gegenseitige Wechselwirkung zwischen der analytischen Empirie und der synthetischen Philosophie ist, zeigt Nichts mehr, als die grosse Frage, welche gegenwärtig die

denkenden Köpfe in allen Erdtheilen bewegt, die Frage von der »Stellung des Menschen in der Natur«. Indem wir selbst diese Frage schon jetzt im Sinne der Descendenz-Theorie für entschieden halten, und demgemäss eine stufenweise Entwicklung des Menschengeschlechts aus einer Reihe von niederen Wirbelthierformen annehmen, stützen wir uns auf das zustimmende Urtheil der grössten jetzt lebenden Naturforscher, von denen wir nur die berühmten Engländer: DARWIN, LYELL, HUXLEY, HOOKER, SPENCER, LEWES nennen wollen, um von den uns näherstehenden deutschen Naturforschern ganz zu schweigen.

Gegenüber den einsichtigen und denkenden Männern, welche unter den zahlreichen Gegnern dieser Lehre noch entgegengesetzter Ansicht sind, können wir aber nicht umhin, hier ausdrücklich hervorzuheben, dass jedenfalls diese »Frage aller Fragen« im eigentlichsten Sinne des Wortes eine rein zoologische ist, und dass der Kampfplatz für ihre definitive Entscheidung einzig und allein das Gebiet der wissenschaftlichen Zoologie, d. h. der empirisch-philosophischen Thierkunde ist. Denn nur der Zoolog, welcher im sicheren Besitze gründlicher morphologischer und physiologischer Kenntnisse ist, und welcher dieselben in umfassendem Sinne denkend zu verwerthen weiss, kann das ungeheure Gewicht der Beweisgründe richtig würdigen, welche die Descendenz-Theorie auch in ihrer Anwendung auf den Menschen schon jetzt unumstösslich begründen. Wenn daher speculative Philosophen ohne die unerlässlichen Kenntnisse in der vergleichenden Anatomie, Entwicklungsgeschichte und Physiologie diese Frage behandeln wollen, so bleiben ihre Beiträge zu deren Lösung ebenso werthlos, wie die Producte der rohen Empiriker, welche aus Mangel an philosophischem Verständniss der Thatsachen-Reihen nicht zu deren Combination und speculativen Verwerthung befähigt sind. Obgleich nun leider die allermeisten von den zahllosen Abhandlungen, welche jetzt die Stellung des Menschen in der Natur entscheiden wollen, einer von den beiden letzten Kategorien angehört, so wird doch andererseits ihre definitive Bestimmung durch die Bemühungen der wahren empirisch-philosophischen Zoologie dergestalt gefördert, dass sich binnen Kurzem schon LYELL'S Prophezeiung bewahrheiten dürfte: »Es wird hiermit gehen, wie immer, wenn eine neue und überraschende wissenschaftliche Wahrheit entdeckt wird: die Menschen sagen zuerst: »Es ist nicht wahr!« alsdann: »Es streitet gegen die Religion«, und zuletzt: »Das hat man schon lange gewusst.«

Indem ich jetzt mit dem Hinweis auf dieses höchste Problem der wissenschaftlichen Zoologie meine Darlegung von ihren Aufgaben und ihrer Bedeutung schliesse, so hoffe ich, dadurch wenigstens eine an-

nähernde Vorstellung von der ungemeinen Entwicklungsfähigkeit und der bedeutenden Zukunft unserer jugendlichen Wissenschaft gegeben zu haben. Nachdem die Thierkunde kaum anderthalb Jahrhunderte als selbstständige Wissenschaft überhaupt existirt, und nachdem sie den grössten Theil dieser Zeit in einer kindlichen Anspruchslosigkeit verlebt hat, unbewusst der in ihr schlummernden Kräfte, und ohne Ahnung von ihren hohen Zielen, hat sie seit Beginn unseres Jahrhunderts sich auf eine höhere Entwicklungsstufe dadurch vorzubereiten begonnen, dass sie ihre einzelnen integirenden Bestandtheile, die sich Zusammenhangslos im Dienste anderer, fremder Wissenschaften entwickelt hatten, um sich zu sammeln begann. Seitdem aber vor zehn Jahren CHARLES DARWIN das einheitliche Band knüpfte, welches alle diese weit getrennten Disciplinen zu einem mächtigen Gesamtkörper vereinigt, und seitdem er damit dem jugendlichen Riesenleibe der wiedergeborenen Zoologie neues kraftvolles Leben einhauchte, hat sich der Gesichtskreis und das Ziel unserer Wissenschaft unermesslich erweitert. Von allen Seiten lockt sie strebsame und wissensdurstige Arbeiter heran, und verspricht überall die reichste Ernte. Und selbst wenn wir alle übrigen Errungenschaften der Zoologie gering anschlagen wollten, so würde allein schon ihre unauflösliche Verbindung mit der empirisch-philosophischen Anthropologie ihr die höchste Bedeutung verleihen. Die monistische Philosophie der Zukunft wird die vergleichende Thierkunde aus diesem einzigen Grunde gar nicht mehr entbehren können; und so wird sich aus dem kleinen und verachteten Samenkorne der Zoologie ein Wissenschaftsbaum entwickeln, der in Zukunft alle übrigen Wissenschaften in seinen Schatten aufnehmen wird, und aus dessen Wurzeln sie alle mehr oder minder ihre Nahrung werden beziehen müssen.

STUDIEN

ÜBER

MONEREN UND ANDERE PROTISTEN.

ST. DIEZ

1831

HOFFERZ UND ANDERE KROTTSTEN

I.

Monographie der Moneren.

Hierzu Taf. I. II.

Monographie der Monierer

Hierzu Taf. I. II.

I. Geschichtliche Einleitung.

Moneren¹⁾ habe ich in meiner Generellen Morphologie der Organismen²⁾ diejenigen auf der tiefsten Stufe der Organisation stehenden Lebewesen genannt, deren ganzer Körper in vollkommen entwickeltem und frei beweglichem Zustande aus einer gänzlich homogenen und structurlosen Masse, aus einem lebendigen, mit Ernährung und Fortpflanzung begabten, Eiweissklümpchen besteht. In vielfacher Beziehung sind diese einfachsten und unvollkommensten aller Organismen vom höchsten Interesse.³⁾ Denn offenbar tritt uns hier die eiweissartige organische Materie als das materielle Substrat aller Lebenserscheinungen nicht nur unter der einfachsten wirklich beobachteten Form, sondern unter der einfachsten Form die überhaupt denkbar ist, entgegen. Einfachere, unvollkommenere Organismen, als die Moneren sind, können nicht gedacht werden.

Der ganze Körper der Moneren stellt in der That, so befremdend dies auch klingen mag, weiter Nichts dar, als ein einziges, durch und durch homogenes, in festflüssigem Aggregatzustande befindliches

1) *μονήρης*, einfach. Am passendsten dürfte die Bezeichnung als Neutrum gebraucht werden: *τὸ μονήρες*, das Moner.

2) ERNST HAECKEL, Generelle Morphologie der Organismen. Berlin, 1866. Erster Band: Allgemeine Anatomie der Organismen. Zweiter Band: Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen.

3) I. c. Vol. I, Cap. V. Organismen und Anorgane, p. 135. Cap. VI: Schöpfung und Selbstzeugung, p. 182. I. c. Vol. II, Systematische Einleitung, p. XXII.

Eiweisskörperchen. Die äussere Form ist ganz unbestimmt, in fortwährendem Wechsel begriffen, im Ruhezustand kugelig zusammengezogen. Von einer inneren Structur, von einer Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilchen, ist auch bei Anwendung unserer schärfsten Unterscheidungsmittel keine Spur wahrzunehmen. Da die gleichartige Eiweissmasse des Monerenkörpers noch nicht einmal eine Differenzirung in einen inneren Kern (Nucleus) und einen äusseren Zellstoff (Plasma) erkennen lässt, vielmehr der ganze Körper aus homogenem Plasma oder Protoplasma besteht, so erreicht hier die organisirende Materie noch nicht einmal den Formwerth einer einfachsten Zelle. Sie bleibt auf der denkbar niedrigsten Stufe der organischen Individualität, auf derjenigen einer einfachsten Gymnocytoide stehen (Gen. Morph. Vol. I, p. 275).

Die seit zwanzig Jahren so vielfach behandelte Frage von der Grenze zwischen Thier- und Pflanzenreich wird durch die Moneren zur Entscheidung gebracht; oder richtiger, es wird durch sie bewiesen, dass eine vollkommene Scheidung beider Reiche in dem Sinne, wie sie gewöhnlich versucht wird, nicht möglich ist. Offenbar sind die Moneren so indifferente Organismen, dass man sie mit gleichem Rechte, oder vielmehr mit gleicher Willkür, als Urthiere oder als Urpflanzen betrachten könnte. Sie könnten eben so gut als die ersten Anfänge der thierischen, wie der pflanzlichen Organisation angesehen werden. Da aber kein einziges entscheidendes Merkmal sie auf diese oder jene Seite drängt, erscheint es vorläufig das Richtigste, sie als Mittelwesen zwischen echten Thieren und echten Pflanzen aufzufassen, und nebst den Rhizopoden, Amöben, Diatomeen, Flagellaten etc. in jenes unbestimmte, Thier- und Pflanzenreich verbindende Zwischenreich zu verweisen, welches ich das Reich der Urwesen oder Protisten genannt habe.¹⁾

Die Moneren sind in der That Protisten. Sie sind weder Thiere noch Pflanzen. Sie sind Organismen der ursprünglichsten Art, bei denen die Sonderung in Thiere und Pflanzen noch nicht eingetreten ist. Aber selbst die Bezeichnung Organismus scheint auf diese einfachsten Lebewesen kaum anwendbar. Denn in dem ganzen Begriffe des »Organismus« liegt nothwendig die Zusammensetzung des Ganzen aus ungleichartigen Theilen, aus Organen oder Werkzeugen. Mindestens zwei verschiedenartige Theile müssen verbunden sein, um in diesem ursprünglichen Sinne die Bezeichnung eines Körpers als Organismus zu rechtfertigen. Jede echte Amöbe, jede echte (d. h. kernhaltige) thierische und pflanzliche Zelle, jedes Thier-Ei ist in diesem Sinne bereits

1) τὸ πρῶτιστον, Das Allererste, Ursprüngliche. Generelle Morphologie, Vol. I, p. 203, 245; Vol. II, p. XX.

ein elementarer Organismus, aus zwei verschiedenen Organen, dem inneren Kern (Nucleus) und dem äusseren Zellstoff (Plasma oder Protoplasma) zusammengesetzt. Mit diesen letzteren verglichen sind die Moneren eigentlich »Organismen ohne Organe.« Nur in physiologischem Sinne können wir sie noch Organismen nennen, als individuelle Theile der organischen Materie, welche die wesentlichen Lebens-thätigkeiten aller Organismen, Ernährung, Wachstum und Fortpflanzung vollziehen. Aber alle diese verschiedenen Functionen sind noch nicht an differente Theile gebunden. Sie werden alle noch von jedem Theilchen des Körpers in gleichem Maasse ausgeübt.

Wenn schon aus diesen Gründen die Naturgeschichte der Moneren sowohl für die Morphologen wie für die Physiologen vom höchsten Interesse sein muss, so wird dies doch noch gesteigert durch die ausserordentliche Bedeutung, welche diese einfachsten Organismen für die wichtige Lehre von der Urzeugung oder Archigonie (Generatio spontanea) besitzen. Dass die Annahme einer einmal oder mehrmal stattgefundenen Urzeugung gegenwärtig zu einem logischen Postulat der philosophischen Naturwissenschaft geworden ist, habe ich in meiner generellen Morphologie gezeigt. Die meisten Naturforscher, welche diese Frage verständig behandelten, glaubten als die einfachsten, durch Urzeugung entstandenen Organismen, aus denen alle übrigen sich entwickelten, einfache Zellen annehmen zu müssen. Allein eine jede echte Zelle zeigt schon die Zusammensetzung aus zwei differenten Theilen, aus Nucleus und Plasma. Offenbar ist die unmittelbare Entstehung eines solchen Gebildes durch Urzeugung nur schwer denkbar, viel leichter dagegen die Entstehung einer ganz homogenen organischen Substanz, wie es der structurlose Albumin-Leib der Moneren ist.

Aus diesen und anderen später zu erörternden Gründen scheint es angemessen, schon jetzt, wo wir erst im Anfang unserer Kenntnisse von diesen äusserst interessanten Urwesen stehen, Alles darüber Bekannte zusammenzufassen. Den unmittelbaren Anstoss zu diesem monographischen Versuch gab mir eine Reihe von neuen Beobachtungen über einige bisher unbekannte Moneren, welche ich im Winter 1866/67 an der Küste der canarischen Insel Lanzarote anzustellen Gelegenheit hatte. Bevor ich diese Beobachtungen mittheile, scheint es mir zweckmässig, eine kurze geschichtliche Skizze der bisher veröffentlichten sicheren Mittheilungen über Moneren zu geben. Ich bemerke hierzu, dass ich mich dabei ganz auf die echten Moneren beschränke, d. h. auf nackte Plasmakörper ohne Kerne und sonstige Organe, und dass ich die durch den Besitz eines oder mehrerer Kerne unterschiedenen Protoplasten (Amoeben, Arcellen etc.) sowie die durch eine differenzirte Schale oder

Membran ausgezeichneten Rhizopoden, Siphoneen etc. dabei nicht berücksichtigen werde.

Das erste Moner, dessen Naturgeschichte vollständig veröffentlicht wurde, ist *Protogenes primordialis*, welchen ich im Frühling 1864 im Mittelmeere bei Nizza beobachtete.¹⁾ Frei im Seewasser schwimmend erschien dieses Moner als ein durchsichtiges, kugeliges Schleimklümpchen von ungefähr 1 Mm. Durchmesser (die kleineren Exemplare nur von 0,4 Mm. Durchmesser). Nur ungefähr ein Drittel dieses Durchmessers kam auf die innere Centralmasse des Körpers, eine homogene, solide Sarcodekugel, während die äusseren zwei Drittel sich auf eine peripherische Kugelzone vertheilten, die lediglich aus tausenden von feinen radialen Schleimfäden bestand. Diese Fäden, die sogenannten Pseudopodien, welche theils einfach, theils verzweigt und anastomosirend nach der Peripherie liefen, strahlten unmittelbar von der Peripherie des centralen Eiweisskörpers aus. Sie zeigten durchaus dieselben Lebenserscheinungen, wie die gleichen Sarcode-Fäden der echten Rhizopoden (*Acyttarien* und *Radiolarien*). Die festflüssige Eiweissmasse des ganzen Körpers war in beständiger Bewegung, einer bald langsameren, bald rascheren Strömung begriffen, welche an der passiven Wanderung der feinen, gewöhnlich zahlreich in der Eiweissmasse vertheilten Körnchen leicht zu verfolgen war. Die Sarcodefäden wechselten beständig an Zahl, Form und Grösse; sie verästelten sich und anastomosirten, flossen wieder auseinander und wurden in die centrale Hauptmasse zurückgezogen. Kurz sie zeigten ganz dasselbe Schauspiel, welches MAX SCHULTZE an den *Polythalamien*²⁾ und ich selbst an den *Radiolarien*³⁾ so ausführlich und vielfach beschrieben haben. Auch die Nahrungsaufnahme des *Protogenes* war dieselbe, wie bei den letztgenannten echten Rhizopoden. Kleinere Körper (*Diatomeen*, einzellige *Algen* etc.) blieben an der klebrigen Oberfläche der Eiweissfäden, wenn sie zufällig mit ihnen in Berührung kamen, hängen, wurden von ihnen umflossen, und dann langsam in die centrale Eiweissmasse hineingezogen. Grössere Körper, wie z. B. *Peridinien* (l. c. Fig. 2) wurden zuletzt vollständig von dem *Protogenes* Körper umflossen; erst nachdem dieser den brauchbaren Körperinhalt des Opfers assimiliert, zog er sich von der unverdaulichen Schale wieder herab. In einem flachen Uhr-

1) ERNST HAECKEL, über den Sarcodekörper der Rhizopoden. Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie, 1865. XV. Bd. p. 360. Taf. XXVI. Fig. 1, 2.

2) MAX SCHULTZE, über den Organismus der *Polythalamien*. (Leipzig, 1854. p. 17 ff.).

3) ERNST HAECKEL, Die *Radiolarien*, eine Monographie. Berlin, 1862. p. 86 ff.

gläschen mit wenig Seewasser längere Zeit stehen gelassen, breitete sich der *Protogenes* auf dessen Boden in Form einer dünnen hyalinen Schleimplatte aus. Diese Platte erhielt sehr unregelmässige lappige Umrisse, und einen Durchmesser von 3—4 Mm. Das Wichtigste jedoch, was ich an dem *Protogenes* constatiren konnte, war seine Fortpflanzung durch Selbsttheilung. Dieselbe erfolgte durch einfachen Zerfall des kugeligen Schleimkörpers in zwei Hälften, ohne dass ein besonderer Ruhezustand, eine Encystirung etc. vorhergegangen war.

Meinem *Protogenes primordialis* sehr nahe verwandt ist wahrscheinlich die von MAX SCHULTZE im adriatischen Meere bei Ancona beobachtete *Amoeba porrecta*.¹⁾ Dieses Moner ist zwar sehr viel kleiner, als der *Protogenes primordialis*, aber durch die geringe Consistenz des Sarcoderkörpers, sowie durch die lebhaft e Körnchenströmung, Verästelung und Anastomosenbildung der Pseudopodien demselben sehr ähnlich. Auch fehlen ihm der Kern und die contractile Blase, welche die echten Amoeben auszeichnen. Es würde daher richtiger als *Protogenes porrectus* zu bezeichnen sein. Da jedoch seine Fortpflanzungs- und Entwicklungsgeschichte unbekannt ist, und ohne deren Kenntniss, wie wir sehen werden, über die systematische Verwandtschaft und Stellung der Moneren nicht sicher geurtheilt werden kann, so muss die Natur der *Amoeba porrecta* als eines echten *Protogenes* zweifelhaft bleiben.

Von der grössten Wichtigkeit für die Naturgeschichte der Moneren sind die »Beiträge zur Kenntniss der Monaden«, welche L. CIENKOWSKI 1865 veröffentlichte.²⁾ Diese interessanten Mittheilungen sind um so wichtiger, als sie von einem Naturforscher herrühren, der eben so scharf und genau zu beobachten, als vorsichtig und kritisch zu schliessen versteht. CIENKOWSKI beschreibt die Lebensgeschichte von fünf verschiedenen Organismen der einfachsten Art, welche er in zwei verschiedene Gruppen bringt: *Monadinae zoosporeae*, welche sich durch Schwärmsporen fortpflanzen; 1) *Monas (amyli)*, 2) *Pseudospora*, 3) *Colpodella*; und *Monadinae tetraplastae*, welche sich durch Bildung von zwei oder vier actinophrysähnlichen Keimen fortpflanzen: 4) *Vampyrella* und 5) *Nuclearia*. In beiden Gruppen geht eine Encystirung und ein Ruhezustand der Fortpflanzung der nackten Plasmakörper, welche sich den Rhizopoden gleich ernähren, vorher. Die drei

1) MAX SCHULTZE, Ueber den Organismus der Polythalamien, p. 8. Taf. VII. Fig. 18.

2) L. CIENKOWSKI, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie. 1865. Bd. I. p. 203. Taf. XII—XIV.

Genera *Pseudospora*, *Colpodella* und *Nuclearia* interessiren uns hier nicht weiter, da ihr Plasmakörper bereits einen Kern und Vacuolen umschliesst, mithin den Formwerth einer Zelle besitzt. Dagegen sind *Monas* (*amyli*) und *Vampyrella* echte Moneren, deren nackter Plasmakörper weder Kerne noch contractile Blasen besitzt. Da der Ausdruck *Monas* sehr vieldeutig ist, so habe ich die *Monas amyli*, auf welche CIENKOWSKI diese Gattung beschränken wollte, um Verwechslungen zu vermeiden, *Protomonas amyli* genannt (Gen. Morphol. Vol. II, p. XXIII).

Protomonas amyli war bisher das einzige Moner, bei welchem Schwärmsporenbildung beobachtet worden ist. Der homogene Plasmakörper derselben lebt in faulenden Nitellen, und gleicht einer kleinen *Actinophrys* oder einer kleinen *Amoeba porrecta*, ohne Kern und ohne contractile Blasen. Wenn er sich in den Ruhezustand begiebt, zieht er sich in einen rundlichen Plasmakörper zusammen, welcher sich sodann mit einer Membran umgiebt (encystirt). Dann zerfällt der Körper in eine grosse Anzahl homogener Schwärmsporen, welche spindelförmig und sehr contractil sind, und sich ähnlich einer *Anguillula* schlängelnd mittelst einer oder zweier langer Cilien bewegen. Oft fliessen mehrere Schwärmer (durch Verwachsung) zusammen und bilden ein Plasmodium, welches nach erfolgter Nahrungsaufnahme wiederum in den ruhenden Zustand übergeht (CIENKOWSKI, l. c. p. 213, Taf. XII, Fig. 4—5).

Das Genus *Vampyrella* pflanzt sich nicht durch Schwärmsporen, sondern durch zwei oder vier actinophrysartige Keime fort. Der homogene Plasmakörper ist durch ziegelrothe Farbe ausgezeichnet. CIENKOWSKI unterscheidet von diesem Genus drei verschiedene Arten. *Vampyrella Spirogyrae* (l. c. Fig. 44—56) bildet im Ruhezustande kugelige Blasen, deren dünne Membran einen homogenen rothen Plasmakörper umschliesst. Dieser zerfällt durch Theilung erst in zwei, dann in vier Keime, welche die Hüllwand durchbrechen und dann als rothe Amoeben mit spitzen Fortsätzen, in sehr wechselnder Form sich umherbewegen. Mit ihren spitzen Pseudopodien bohren diese Keime die Zellenwände der *Spirogyra* an, worauf sie den Plasmainhalt derselben herausziehen und in sich aufnehmen. Der grüne Inhalt der ersteren erhält bei der Verdauung eine rothe Farbe. In ähnlicher Weise bohrt *Vampyrella pendula* (l. c. p. 221, Fig. 57—63) die Zellen anderer Algen (*Oedogonien*, *Bulbochaeten*) an und saugt deren Plasma heraus. Sie unterscheidet sich durch einen fadenförmigen Fortsatz, welcher von dem Plasmakörper der birnförmigen Cyste durch deren zugespitzten Stiel hindurch zur Ansatzstelle derselben geht,

und durch Mangel der Körnchenströmung an den actinophrys-ähnlichen Pseudopodien. *Vampyrella vorax*, eine dritte Art, lebt dagegen von Diatomeen, Euglenen und Desmidiaceen, welche ihr formloser Plasmakörper überzieht, um dann Cysten von sehr verschiedener Form und Grösse zu bilden (l. c. p. 223, Fig. 64—73).

Als *Protamoeba primitiva* endlich habe ich in meiner generellen Morphologie (Vol. I. p. 433, Anm.) ein kleines amoebenähnliches Moner beschrieben, welches sich von den vorhergehenden Monadinen CIENKOWSKI's dadurch unterscheidet, dass es sich einfach durch Theilung fortpflanzt, ohne vorher in einen Ruhezustand überzugehen oder sich zu encystiren. Es gleicht in dieser Beziehung dem *Protogenes primordialis*, von dem es sich aber durch die kurzen, stumpfen, nicht confluirenden Pseudopodien unterscheidet. Die nähere Beschreibung dieser *Protamoeba* wird unten folgen.

Im Jahre 1866 sind mehrere meinem *Protogenes primordialis* sehr ähnliche Moneren, gleich diesem von ansehnlicher Grösse, von RICHARD GREEFF an der Küste von Ostende beobachtet worden. Derselbe zeigte mir zahlreiche Abbildungen, aus denen sich die grosse Formveränderlichkeit derselben, ähnlich den Plasmodien der Myxomyceten, ergab. Mittheilungen darüber sind bis jetzt noch nicht publicirt.

Als ich im Winter 1866—67 drei Monate auf der canarischen Insel Lanzarote verweilte, um daselbst Beobachtungen über niedere Seethiere anzustellen, war mein Augenmerk neben den Hydromedusen und den echten Rhizopoden vorzüglich auch auf die Moneren gerichtet, und meine Hoffnung, auch dort dergleichen aufzufinden, wurde nicht getäuscht. Die auf Taf. I. dargestellte *Protomyxa* und das auf Taf. II. abgebildete *Myxastrum* bereichern die Naturgeschichte dieser einfachsten Organismen mit neuen Thatsachen. Es ist wahrscheinlich, dass Moneren sehr verbreitet vorkommen, und es ist möglich, dass dieselben noch fortwährend durch Urzeugung entstehen. Das Schwierigste bei ihrer Untersuchung ist die erste Erkenntniss, da die meisten Beobachter auf den ersten Anblick nicht geneigt sein werden, in dem kleinen, formlosen, durch und durch homogenen Schleimklümpchen einen selbstständigen und ausgebildeten Organismus anzuerkennen. Mögen daher die Moneren fortan der besonderen Aufmerksamkeit der mikroskopirenden Naturforscher warm empfohlen sein.

II. Beschreibung neuer Moneren.

II. 1. *Protomyxa aurantiaca*.

(Hierzu Taf. I, Fig. 1—12.)

An vielen Küstenstrecken der canarischen Inseln finden sich in grosser Menge die spiralig aufgewundenen Kalkschalen der *Spirula Peronii* vom Meere ausgeworfen. Besonders zahlreich fand ich dieselben an der Südostküste der Insel Lanzarote angehäuft, z. B. an den kleinen flachen Inselbänken und Halbinseln, welche vor der Hafenstadt Puerto del Arrecife liegen und deren Hafenbecken theilweise umschliessen. Während meines dreimonatlichen Aufenthaltes in Arrecife hielt ich beständig die Hoffnung aufrecht, lebendige, oder wenigstens zur anatomischen Untersuchung taugliche Exemplare dieses merkwürdigen Cephalopoden zu erlangen, von dessen weichem Körper man nur höchst unvollständige Kenntnisse besitzt. Ich setzte den Fischern von Arrecife eine hohe Belohnung aus, wenn sie mir einen lebenden oder auch nur einen vollständig erhaltenen todten *Spirula*-Körper brächten. Indess war dies ebenso vergeblich, als die vielen Bemühungen, welche meine drei Reisegefährten und ich selbst bei unsern pelagischen Excursionen und beim Durchsuchen der am Strande ausgeworfenen Massen um die *Spirula* uns gaben. Dass die *Spirula*, wenn überhaupt, so doch jedenfalls nur sehr selten lebendig nach den canarischen Inseln gelangt, geht daraus hervor, dass alle Fischer uns mit der grössten Bestimmtheit einstimmig versicherten, dass die ihnen wohlbekannte *Spirula*-Schale stets todt, und niemals von einem lebenden Thiere bewohnt oder eingeschlossen sei. Das Einzige was ich erlangte, waren einige unbedeutende weisse Mantelreste, welche an einigen wenigen Schalen aufsassen, aus denen sich jedoch Nichts auf den Bau des *Spirula*-Körpers schliessen liess. Diese unbedeutenden Reste wurden wiederholt an einigen Tagen in das Hafenbecken von Arrecife getrieben, als gerade ein heftiger Südwind besonders grosse Mengen nackter *Spirula*-Schalen in Gesellschaft zahlreicher Physalien und Vellenen und anderer pelagischer Thiere der Insel Lanzarote zugetrieben hatte.

Während so meine Hoffnung auf die *Spirula* selbst nicht in Erfüllung ging, fand ich dagegen auf den nackten angetriebenen Kalkschalen dieses Cephalopoden im Januar 1867 einen Protisten-Organismus aus der Monerengruppe, welcher mir von hohem Interesse war, und dessen Lebensgeschichte ich auf Taf. I. dargestellt habe.

Als ich unter einer grossen Menge von *Spirula*-Schalen, welche

an der Oberfläche des Hafenbeckens von Arrecife schwammen, und welche ich in Gesellschaft von Physalia, Abyla, Hippopodius und anderen pelagischen Thieren mit einem Eimer geschöpft hatte, sorgfältig nach etwa an den Schalen haftenden Mantelresten suchte, bemerkte ich eine nackte Spirula-Schale, deren gewöhnliches glänzendes Porcellan-Weiss an mehreren Stellen durch kleine rothe Flecke getrübt war. Mit einer starken Loupe betrachtet, lösten sich diese Flecke theils in Gruppen von dichtstehenden, sehr kleinen rothen Pünctchen, theils in äusserst fein dendritisch verzweigte Figuren auf.

Die rothen Pünctchen liessen sich unter dem Präparirmikroskop ziemlich leicht mittelst Nadeln von der Oberfläche der Spirula-Schale abheben. Bei stärkerer Vergrösserung erschien jeder Punct als eine ziemlich undurchsichtige orangerothe Kugel, welche von einer dicken, structurlosen Membran umhüllt war. Der Durchmesser des ganzen Körpers betrug bei den meisten Kugeln 0,15 Mm., bei den grössten 0,2 Mm. bei den kleinsten 0,12 Mm. (Taf. I, Fig. 1.)

Die Membran der Kugel erschien vollkommen structurlos, glasartig, farblos und wasserhell. Nur eine Anzahl von (ungefähr 5—10) sehr feinen parallelen Streifen waren daran wahrzunehmen, welche concentrisch um das Centrum der Kugel herumliefen, offenbar Andeutungen einer schichtenweisen Ablagerung der structurlosen Masse. Radiale Striche, porencanalähnliche Bildungen oder sonstige Oeffnungen waren an der Kugelmembran nicht wahrzunehmen. Auch die Ansatzstelle, an welcher sie der Spirula-Schale (offenbar nur sehr locker) angeheftet war, erschien nicht besonders ausgezeichnet. Die Consistenz der Membran, soweit sie sich durch den Druck des Deckglases ermitteln liess, war die einer ziemlich zähen und sehr elastischen Gallerte, etwa vergleichbar derjenigen der festeren Medusenschirme (z. B. von Trachynema, Rhizostoma). Gleich der letzteren zeigte sich die Membran sehr indifferent, durch Carmin wurde dieselbe nicht gefärbt, ebensowenig durch Iod und Schwefelsäure. Bei längerem Liegen in Iod wurde sie schwach gelb gefärbt. Essigsäure sowohl, als Mineralsäuren brachten keine merkliche Veränderung hervor. In kaustischem Kali quoll sie auf und löste sich langsam.

Der orangerothe Inhalt der Kugeln erschien bei den unverletzten Exemplaren innerhalb der geschlossenen kugeligen Membran als eine vollkommen homogene, festflüssige, trübkörnige Masse, in welcher sehr zahlreiche äusserst feine Körnchen und eine geringe Anzahl von grösseren, stark lichtbrechenden rothen Körnchen zu bemerken waren. Bei mässiger Compression durch das Deckglas liessen sich die Kugeln ziemlich stark sphaeroidal comprimiren und nahmen die Gestalt einer bicon-

vexen Linse von 0,3 Mm. Durchmesser an. Nach Aufhören des Druckes dehnten sie sich wieder zu ihrer früheren Kugelgestalt aus. Die undurchsichtige Mitte der Kugeln wurde beim Druck durchsichtiger, ohne jedoch irgend eine Structur erkennen zu lassen.

Mein erster Gedanke, dass die Kugeln Eier seien, wurde mir schon dadurch unwahrscheinlich, dass durchaus kein Keimbläschen (Nucleus) in dem homogenen Inhalte der structurlosen Kugeln zu erkennen war. Er wurde bald gänzlich widerlegt durch die verschiedenartigen Entwicklungsstadien, welche mehrere Kugeln zeigten, sowie durch das Verhalten des aus den Kugeln austretenden Inhaltes.

Während bei der Mehrzahl der Kugeln die Inhaltsmasse überall dicht der Innenseite der Membran anlag, und den Binnenraum der ganzen membranösen Hohlkugel vollständig erfüllte, hatte sich bei einigen Individuen der Inhalt von derselben ein wenig zurückgezogen und offenbar verdichtet, während ein heller, mit wasserklarer Flüssigkeit erfüllter Raum zwischen der Membran und der verdichteten Inhaltsmasse entstanden war (Fig. 2). Bei einigen Kugeln war der Umriss der centralen, verdichteten, orangerothern Masse eine ganz scharfe und regelmässige Kreislinie. Bei anderen dagegen erschien derselbe regelmässig gekerbt. Es waren ungefähr gegen 20 Kerben am Contourrande der rothen Kugel zu bemerken. Bei Beobachtung der Oberfläche zeigte sich, dass diese Einkerbung der Ausdruck einer regelmässigen Bildung von halbkugeligen Höckern auf der gesamten Oberfläche der verdichteten Kugel war. Noch andere Kugeln endlich, welche offenbar weiter entwickelt waren, zeigten deutlich, dass diese Kerbung nicht bloss die Oberfläche der verdichteten Inhaltsmasse betraf, sondern nur der oberflächliche Ausdruck des Zerfalls der ganzen kugeligen orangerothern Masse in eine grosse Anzahl von kleinen Kugeln war. Bei den am weitesten entwickelten Individuen war in der That der gesammte orangerothe Inhalt der Kugeln in lauter kleine Kugeln von 0,047 Mm. zertheilt. Diese lagen hier nicht mehr zusammengepresst, sondern berührten sich nur locker, etwa wie ein Haufen von Kanonenkugeln. Sie hatten sich wiederum derartig von einander entfernt, dass sie nicht mehr den gesammten Binnenraum der Hohlkugel ausfüllten, sondern vielmehr durch eine geringe Menge der wasserhellen Flüssigkeit von einander getrennt wurden, welche vorher zwischen der hyalinen Membran und dem verdichteten Inhalte sich angesammelt hatte (Fig. 3). Die Zahl der kleinen orangerothern Kugeln, welche aus dem Zerfall der ursprünglichen grossen Kugel entstanden waren, betrug, wie sich nachher beim Sprengen ergab, ungefähr zweihundert.

Zunächst versuchte ich an den ungetheilten Kugeln durch Spreng-

gen der Membran zu einer genaueren Kenntniss des orangerothern Inhalts zu gelangen. Dieser Versuch gelang ohne Mühe. Sobald der Druck des Deckgläschens ein gewisses Maass überschritten hatte, barst die Membran, gewöhnlich an einer, selten an mehreren Stellen zugleich, und der orangerothe Inhalt trat langsam heraus. Die hyaline, structurlose Membran blieb in vielfach gefaltetem Zustande zurück.

Der festflüssige Inhalt der Kugeln, welcher den mittleren Consistenzgrad des organischen Plasma oder Protoplasma hatte, quoll sehr langsam und allmählich aus der geborstenen Hülle hervor und breitete sich zwischen Objectträger und Deckgläschen aus, wobei die Umrissrundliche stumpfe Lappen von ungleicher Grösse bildeten. Durch vorsichtiges Verschieben des Deckgläschens gelang es ziemlich leicht, die glashelle, gefaltete und collabirte Gallerthülle der geborstenen Kugel ganz bei Seite zu schieben, so dass der orangerothe Inhalt völlig isolirt unter dem Deckglase lag. Mässigem Druck ausgesetzt, zeigte er sich nur als eine formlose rundliche Masse, deren Umriss in unregelmässigen Lappen von verschiedener Grösse da und dort sich verschob; einzelne Lappen sahen wie gekerbt aus. Schon auf den ersten Blick war ersichtlich, dass die gesammte Masse structurlos und homogen war. Nur eine sehr grosse Anzahl von den bereits erwähnten, äusserst feinen punctförmigen Körnchen und eine geringere Anzahl von grösseren kugeligen Körnern war in der völlig homogenen Grundsubstanz vertheilt. Diese letztere war in ihrer ganzen Masse blass röthlich gelb gefärbt, auch am Rande, wo sie nur als eine sehr dünne Schicht sich ausbreitete. Die lebhaft orangerothe Färbung der ganzen Kugeln kam daher offenbar mehr auf Rechnung der orangerothern und ziemlich stark glänzenden Körner.

Die chemische Untersuchung der blass röthlich gelben structurlosen Grundsubstanz ergab bald, dass dieselbe eine Eiweissverbindung war. Sie zeigte dieselben Reactionen, welche das Plasma oder Protoplasma der Cytoden und der Zellen bei Thieren, Protisten und Pflanzen in gleicher Weise darbietet. Durch Carmin wurde die ganze Masse dunkelroth, durch Iod dunkelbraun gefärbt. Mineralsäuren bewirkten eine körnige Gerinnung. Salpetersäure färbte das Plasma dunkelgelbbraun, Schwefelsäure spangrün. Die letztere Reaction erinnert an die gleiche Färbung des Acanthometra-Pigments durch Schwefelsäure. Die grösseren sowohl als die kleineren Körnchen in der structurlosen Grundsubstanz wurden durch Kali nicht gelöst, während das Plasma darin langsam zerfloss. Von irgendwelcher Differenzirung oder Zusammensetzung war an dem ausgetretenen Plasma nicht das geringste zu bemerken.

Auch die weiter entwickelten Kugeln, welche statt der homogenen grossen Plasmakugel eine ganze Masse von kleinen orangerothern Kugeln enthielten, gelang es ziemlich leicht, zu sprengen. Doch zeigte deren structurlose Hüllmembran einen höheren Grad von Härte und Consistenz. Die aus der geborstenen Hülle austretende orangerothe Inhaltsmasse löste sich im Wasser in ihre einzelnen Bestandtheile auf, die sich leicht von einander trennten. Die einzelnen Kugeln waren alle von gleicher Grösse, von 0,017 Mm. Durchmesser. Sie waren vollständig nackt und hüllenlos, einzig und allein aus dem röthlich gelben Plasma gebildet, in welchem eine Menge sehr feiner und kleiner, glänzender orangerother Körnchen suspendirt lagen. Die grösseren rothgelben und rothen kugeligen Körner, welche in dem Plasma der ungetheilten Kugeln zerstreut waren, fehlten hier völlig. Sie fehlten auch schon in denjenigen Kugeln, bei denen die Furchung der Oberfläche den beginnenden Zerfall des Plasma in kleinere Kugeln andeutete. Weder von einem Kern, noch von einer contractilen Blase war an den kleinen Kugeln eine Spur wahrzunehmen, eben so wenig als bei den grossen ungetheilten Kugeln.

Die kleinen orangerothern Kugeln, die offenbar aus dem Zerfall der einen grossen Plasmakugel hervorgegangen waren, zeigten während meiner ersten Beobachtung keinerlei Bewegung. Dagegen traten alsbald amoebenartige Bewegungen bei einer der grossen ungetheilten orangerothern Kugeln ein, welche ich in einem Uhrgläschen mit Seewasser möglichst vorsichtig dadurch von ihrer structurlosen Hülle befreit hatte, dass ich die letztere unter dem Mikroskop nicht durch den Druck des Deckglases gesprengt, sondern mit zwei spitzen Nadeln angestochen und zerrissen hatte. Jedoch waren diese amoebenartigen Bewegungen nicht besonders lebhaft und hörten bald auf. Sie waren nicht zu vergleichen mit den lebhaften Bewegungen der zierlichen sternförmigen und dendritisch verzweigten Figuren, welche ich neben den orangerothern Kugeln auf der weissen Spirula-Schale bemerkt hatte, und zu deren Beschreibung ich mich jetzt wende.

Bei schwacher Vergrösserung und auffallendem Lichte betrachtet, boten diese Gestalten einen äusserst zierlichen Anblick dar. Die undurchsichtige, glänzend weisse, porcellanartige Spirula-Schale sah aus, als ob sie mit zerstreuten sternförmigen rothgelben Pigmentzellen bedeckt sei, ähnlich denjenigen, welche in der Haut niederer Wirbelthiere (Fische, Amphibien) so verbreitet sind. Jeder sternähnliche Fleck bestand aus einer unregelmässig rundlichen centralen Masse, von ungefähr 0,2—0,3 Mm. Durchmesser und aus einer Anzahl von (meistens 5—10) starken Aesten, welche von der centralen Masse ausstrahlten

und sich äusserst fein und zierlich verzweigten. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserung liess sich sowohl in der centralen Masse als in den Aesten und ihren Zweigen eine Formveränderung wahrnehmen, welche auf selbstständige Contractionen des sternförmigen Körpers zu schliessen gestattete. Man hätte glauben können, Chromatophoren aus der Haut der Spirula vor Augen zu haben. Da jedoch an der völlig nackten, offenbar schon lange an der Meeresoberfläche schwimmenden Spirula-Schale keine Spur eines Mantels mehr wahrzunehmen war, musste ich alsbald in dem zierlichen Strahlenkörper einen grossen rhizopodenartigen Organismus erkennen. Um ihn bei durchfallendem Lichte genauer untersuchen zu können, war es durchaus nothwendig, ihn von der undurchsichtigen Spirula-Schale zu entfernen. Mehrere Versuche, ihn vorsichtig mit einer feinen Staarnadel von der Schale abzulösen, oder mit dünnen Splitterchen der Schale selbst abzuheben, missglückten völlig; ich brachte nur kleine formlose Trümmer des rothgelben Protoplasma unter das Mikroskop. Ich legte desshalb ein paar grössere Splitterchen der Schale, welche einen rothgelben Stern trugen, in ein flaches Uhrsälchen mit Seewasser, welches ich mit einem anderen Uhrsälchen zudeckte, und stellte dasselbe in eine feuchte Kammer. Meine Absicht, dadurch das Rhizopod zum Herabkriechen zu bewegen, ging bei einem Exemplar schon nach wenigen Stunden, bei zwei anderen am folgenden Tage in Erfüllung, und ich hatte nun das Vergnügen, diese merkwürdigen Organismen, welche von der Spirula-Schale auf das Uhrgläschen übersiedelt waren, und sich hier ausgebreitet hatten, in aller Musse betrachten zu können (Fig. 11, 12).

Jeder sternförmige Körper zeigte nunmehr, bei stärkerer Vergrösserung ohne Deckglas betrachtet, ein prachtvolles Plasma- oder Sarcodennetz, so ausgedehnt und maschenreich, als man es nur bei Polythalamien und Radiolarien, Myxomyceten und Lieberkühnien, finden kann. Die centrale Plasmamasse bildete eine flache, durchsichtige Scheibe von unregelmässig rundlichem, jedoch nahezu kreisförmigem Umriss, und ungefähr 0,2—0,3 Mm. Durchmesser. Am Rande zog sich dieselbe in sechs bis acht starke Protoplasmastämme aus, deren jeder sich zu einem äusserst zierlichen Baume verästelte. Diese Stämme, am Grunde von 0,04—0,03 Mm. Durchmesser, theilten sich alsbald gabelig in zwei, selten drei Aeste, die sich nach kurzem Verlauf abermals gabelförmig spalteten, und so fort. Bei jeder Spaltung nahm der Durchmesser der Gabeläste stark ab, so dass in der Regel jeder Ast noch nicht halb so stark war, als der nächststärkere Ast der vorhergehenden Ordnung. Die Aeste waren fast sämmtlich leicht und zierlich gekrümmt, seltener

fast gerade. Schon von der dritten oder vierten Ordnung an begannen die benachbarten Aeste zu verschmelzen, und die Anastomosen der Aeste wurden nach der Peripherie hin immer zahlreicher, so dass die äussersten Aeste ein fast zusammenhängendes peripherisches Sarcodennetz herstellten. Die Form der Anastomosen war sehr unregelmässig, nach der Peripherie hin mehr und mehr bogenförmig, am Grunde mehr unregelmässig polygonal. Im Ganzen war das Plasmanetz sehr ähnlich demjenigen, welches CLAPARÈDE von seiner *Lieberkühnia Wageneri* abgebildet hat.¹⁾

Die rothgelbe Färbung war am intensivsten in der Mitte des Körpers, welche offenbar auch die dickste Plasmalage bildete, und in den Hauptstämmen, welche von deren Peripherie abgingen. Gegen die letztere hin wurde die Farbe immer blasser, und die feinsten Aeste erschienen hell röthlichgelb gefärbt. Nirgends war die Farbe so intensiv orangeroth, wie an den vorherbeschriebenen Kugeln. Wie bei den letzteren, wurde die Färbung auch hier ebensowohl durch ein diffuses röthliches Gelb der structurlosen Grundsubstanz, als durch einen lebhafter gelbrothen Ton der darin suspendirten Körnchen bedingt.

Sowohl die centrale scheibenförmige Körpermasse, als die davon ausstrahlenden Aeste und deren Zweige waren vollkommen durchsichtig und liessen auch bei der stärksten Vergrösserung mit der grössten Deutlichkeit die Thatsache erkennen, dass die gesammte Körpermasse durchaus structurlos und homogen, ohne jede Zusammensetzung aus Zellen oder zellenähnlichen Gebilden sei. Zur Evidenz wurde diese Thatsache durch die feineren und gröberen rothen Körnchen bewiesen, welche strömend in dem Sarcodennetz hin und herbewegt wurden, sowie durch die hie und da in das Plasma eingestreuten fremden Körper und Nahrungsbestandtheile (namentlich Diatomeen). Auch diese letzteren wurden gleich den rothen Körnchen ergriffen und passiv mit fortgeführt von der Strömung, welche durch active Lageveränderung der Eiweissmoleküle des homogenen Plasma bewirkt wurde. In seinen chemischen Eigenschaften war der Eiweisskörper des Plasma oder der Sarcode nicht verschieden von demjenigen der rothen Kugeln, der vorher beschrieben wurde, und zeigte ganz dieselben Reactionen.

Die Strömungserscheinungen der Sarcode oder des freien Plasma (Protoplasma), wie sie namentlich bei den echten Rhizopoden (Acyttarien und Radiolarien) zu Tage treten, sind seit nunmehr 33 Jahren so

1) CLAPARÈDE et LACHMANN, Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes, Vol. I, p. 464, Pl. XXIII.

genau untersucht und so allgemein bekannt geworden, dass es überflüssig sein würde, dieselben bei dem hier vorliegenden Organismus nochmals detaillirt zu beschreiben. DUJARDIN¹⁾ und MAX SCHULTZE²⁾ haben dieses äusserst interessante und wichtige Phaenomen bei den Polythalamien, CLAPARÈDE und LACHMANN bei Actinophrys, Acanthometra und Lieberkühnia³⁾, JOHANNES MÜLLER⁴⁾ und ich selbst⁵⁾ bei den Radiolarien, DE BARY⁶⁾ und CIENKOWSKI⁷⁾ bei den Myxomyceten so übereinstimmend und genau dargestellt, dass über dessen thatsächliche Existenz und weite Verbreitung kein Zweifel mehr aufkommen kann. Zwar versuchte REICHERT seit 1862 in einer Reihe von Aufsätzen diese Thatsachen als unmöglich und die Beobachtungen und Deutungen sämtlicher genannter Forscher als falsch darzustellen, weil dieselben mit seiner dogmatisch-vitalistischen Naturauffassung unvereinbar waren. Indessen habe ich bereits in meinem Aufsatze über den Sarcodetkörper der Rhizopoden die völlige Grundlosigkeit und Verkehrtheit von REICHERT's Behauptungen dargethan. Ich würde dieselben hier gar nicht erwähnt haben, wenn nicht REICHERT in einer soeben erschienenen grösseren Abhandlung die von ihm angegriffene Plasmatheorie der Sarcode selbst acceptirte, und dabei die Sache so zu verdrehen suchte, dass er als der eigentliche Entdecker jener von ihm früher für unmöglich erklärten, in der That aber längst festgestellten Phänomene erscheint. Der folgende (III.) Abschnitt meines Aufsatzes wird diesen Umstand noch näher erörtern.

Der orangefarbene, rhizopodenähnliche Organismus, welchen ich auf der Spirula-Schale fand, und für welchen ich die Bezeichnung *Protomyxa aurantiaca* vorschlage, zeigt das Phänomen der Sarcodeströmung in der ausgezeichnetsten Weise. Die rothgelbe Sarcode desselben ist in ziemlich hohem Grade dünnflüssig, etwa wie bei *Thalassicolla* unter den Radiolarien, bei *Gromia* unter den Acyttarien,

1) DUJARDIN, Observations nouvelles etc. Annales des sciences nat. 1835, II. Sér., Tom III. p. 412 ff.

2) MAX SCHULTZE, Ueber den Organismus der Polythalamien (1854) p. 16 ff.

3) CLAPARÈDE et LACHMANN, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes (1858), Vol. I, p. 416, 464 ff.

4) JOHANNES MÜLLER, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren, Abhandl. der Berlin. Akad. 1858, p. 3 ff.

5) ERNST HÄCKEL, Die Radiolarien. Eine Monographie (1862), p. 89—126 und p. 127—159.

6) DE BARY, Die Mycetozoen, Zeitschrift für wissensch. Zool. 1860, Vol. X, p. 88 ff.

7) CIENKOWSKI, Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten, Pringsheims Jahrbücher für wissensch. Botanik III, p. 325 ff.

oder bei *Physarum* unter den Myxomyceten. Die zahlreich zerstreuten rothen Körnchen, welche durch die gegenseitige Lagenveränderung der sich an einander verschiebenden Plasmamoleküle in Bewegung versetzt und passiv von dem activen Sarcodestrom mit fortgerissen werden, erlauben sehr genau die verschiedenen Strömungsbahnen zu verfolgen. Diese Bahnen sind ohne alle bestimmte Anordnung, in beständigem Wechsel begriffen. An den grösseren Stromfäden bemerkt man oft deutlich einen centrifugalen neben einem centripetalen Strom. Schnelligkeit, Richtung und Stärke der Ströme wechseln beständig. Die breiten polygonalen Sarcodeplatten, welche sich leicht an den Anastomosen zweier Stromäste bilden, entstehen und vergehen, und hierbei lässt sich besonders deutlich der durchaus homogene Charakter der ganzen contractilen Plasmasubstanz wahrnehmen. Von einer Scheidung in eine dichtere Rindenschicht und eine dünner flüssige Markschicht, wie sie bei vielen Rhizopoden und Myxomyceten vorkommt, ist Nichts wahrzunehmen.

Neben den zahlreichen rothen Körnchen werden auch grössere, als Nahrung aufgenommene fremde Körper von dem Sarcodestrom mit fortgerissen, so namentlich pelagische Infusorien und Diatomeen, welche die Hauptnahrung der *Protomyxa* bilden. Das in Fig. 11 dargestellte Individuum hatte zwei Isthmien, und drei Tintinnoiden mit kieseliger Gitterschale verzehrt (zwei *Dictyocysta elegans* und eine *D. mitra*), und war trotzdem schon wieder im Begriff, ein Peridinium in seinen Körper hineinzuziehen. Die Nahrungsaufnahme erfolgte in derselben Weise wie bei den echten Rhizopoden. An frei schwimmenden Diatomeen (Bacillarien und Naviculen), welche ich in das Uhrschälchen, das die *Protomyxa* enthielt, hineinbrachte, liess sich der Vorgang des Fressens deutlich verfolgen. Sobald ein ausgestreckter Plasmafaden mit einem dieser Körper in Berührung kam, erfolgte ein verstärkter Zufluss von Plasma zu dieser Stelle. Benachbarte Fäden legten sich an und verschmolzen mit dem ersten. In kurzer Zeit war die Kieselzelle der Diatomee von einer Protoplasmaschicht umflossen und wurde nun langsam, durch Retraction der betheiligten Plasmafäden, in die centrale Körpermasse hineingezogen. Die Verdauung der Beute bestand einfach in einer Extraction und Assimilation des gelbbraunen Plasmahalts der Kieselzellen. Die Kieselmembran derselben schien gar nicht davon angegriffen zu werden, und die entleerten Schalen wurden durch die Contraction der weichen Centralmasse wieder ausgestossen.

Kerne oder kernähnliche Bildungen waren in dem ganzen Plasmakörper der *Protomyxa* durchaus nicht wahrzunehmen, ebenso wenig contractile Blasen, falls man darunter bleibende Organe versteht, welche,

wenngleich noch ohne differenzirte Wand, doch eine bestimmte Stelle im Körper einnehmen. Dagegen waren Vacuolen in grosser Anzahl im Körper zerstreut, und zwar sowohl in der Centralmasse, als in den stärkeren Aesten. Dieselben traten auf in Gestalt heller kreisrunder Flecke (Fig. 11, 12 v.) von verschiedener Grösse, die grössten von 0,03 Mm. Durchmesser. Fixirte man eine und dieselbe Vacuole längere Zeit, so konnte man die Dilatation und Contraction derselben, ihr Entstehen und Vergehen deutlich wahrnehmen. Ersteres sowohl wie letzteres erfolgte sehr langsam, und nahm bei den grössten ungefähr 2—3 Minuten in Anspruch. Bei der Contraction wurde der Umfang der Vacuole kleiner und kleiner. Endlich verschwand der helle Fleck ganz; es sah aus, als ob das gelbrothe Plasma über demselben zusammengeflossen wäre. Fixirte man die Stelle, an der die Blase verschwunden war, fortdauernd, so sah man sie bisweilen an demselben Punkte wieder langsam auftauchen. Es erschien ein heller Punkt, welcher langsam grösser und grösser wurde; oft überschritt er den frühern Umfang; andere Male blieb er hinter demselben zurück. Sehr oft aber war und blieb die Vacuole verschwunden, und statt ihrer traten ein oder mehrere neue Vacuolen an anderen Stellen auf, bald in der Nähe, bald weit davon entfernt. Bisweilen traten an Stelle einer grossen verschwundenen Vacuole eine Anzahl (10—20) kleiner Vacuolen in deren Umgebung auf, entweder unregelmässig zerstreut oder ringförmig um den Platz der verschwundenen Blase gruppiert. Aus diesem Allen geht hervor, dass die contractilen Hohlräume im Leibe der *Protomyxa* wirkliche Vacuolen sind, d. h. wandungslose, mit wässriger Flüssigkeit gefüllte Hohlräume inmitten des homogenen Sarcodeparenchyms, wie solche auch bei vielen Rhizopoden, Myxomyceten etc. vorkommen. Es sind also keine echten contractilen Blasen, wie sie bei den echten Infusorien, (Ciliaten) und bei einigen Amöben (z. B. *Amoeba quadrilineata*) vorkommen. Diese letzteren sind distincte und permanente Organe, gleichviel ob man eine eigene differenzirte Wand an ihnen unterscheiden kann oder nicht. Die echten contractilen Blasen nehmen stets eine und dieselbe Stelle im Körper ein, während die Vacuolen bald hier bald dort mitten in der festflüssigen Eiweissmasse des Plasmaparenchyms auftreten und verschwinden. Durch diese bestimmte Unterscheidung der Vacuolen von den contractilen Blasen soll natürlich keineswegs geleugnet werden, dass vermittelnde Uebergangsformen zwischen beiden Bildungen vorkommen. Im Gegentheil halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass die contractilen Blasen aus einfachen Vacuolen phylogenetisch (durch natürliche Züchtung) entstanden sind.

Die Vacuolen sowohl, als die rothen Körnchen, welche in dem homogenen Plasma der *Protomyxa* zerstreut umher liegen und umher wandern, sind Erscheinungen, welche zu dem Stoffwechsel dieses Moneres in der engsten Beziehung stehen. Ich versuchte die *Protomyxa* in flachen Uhrschildchen mit Seewasser längere Zeit zu cultiviren, und es gelang dies mit dem besten Erfolge. Ich stellte die Uhrgläschen, deren jedes eine einzige *Protomyxa* enthielt, in ein grösseres, mit Wasser gefülltes Schildchen und stülpte ein grosses Glas darüber, so dass eine sehr geräumige feuchte Kammer hergestellt war, und so gelang es mir, die *Protomyxa* über drei Wochen am Leben zu erhalten, und die Erscheinungen ihrer Ernährung und Fortpflanzung im vollständigen Zusammenhange zu beobachten.

Das Nächste, was ich bei fortgesetzter täglicher Beobachtung wahrnahm, war die Thatsache, dass die Anzahl der Vacuolen und der rothen Körnchen in geradem Verhältniss zu der aufgenommenen Nahrungsmenge steht. Ich hielt einige *Protomyxen* in reinem Seewasser, ohne Nahrung, während ich anderen Diatomeen in reichlicher Menge als Nahrung zuführte. Bei den ersteren nahm die Menge der rothen Körnchen sowohl, als der Vacuolen schon nach einigen Tagen sichtlich ab, während bei den letzteren sie sich fortdauernd erhielt und bei verstärkter Fütterung sogar zunahm. Die am reichlichsten mit Diatomeen gefütterten Individuen waren mit rothen Körnchen ganz vollgestopft, so dass die Sarcode stark getrübt, und namentlich der mittlere Theil des Körpers ganz undurchsichtig erschien. Zugleich traten kleinere und grössere Vacuolen in grosser Anzahl an allen Ecken und Enden auf. Die hungernden Individuen dagegen wurden blass, mehr gelb als roth gefärbt; die Zahl der rothen Körnchen nahm auffällig ab, ebenso auch die Zahl der Vacuolen, und schliesslich verschwanden dieselben gänzlich. (Vergl. Fig. 11 und 12).

Es geht hieraus deutlich hervor, dass die in der Sarcode zerstreuten Körnchen Producte des Stoffwechsels sind. Am wahrscheinlichsten dürfte wohl die Vermuthung sein, dass dieselben assimilirte Substanzen sind, welche durch die chemische Thätigkeit der verdauenden Sarcode aus den aufgenommenen Nahrungsbestandtheilen gebildet und späterhin selbst wieder in Sarcode umgebildet werden. In meinem Aufsatz »über den Sarcodekörper der Rhizopoden« habe ich diese Hypothese auch für die Körnchen wahrscheinlich zu machen gesucht, welche sich im Protoplasma der echten Rhizopoden (*Acyttarien* und *Radiolarien*) finden, und deren Quantität gleichfalls der Menge der aufgenommenen und verdaueten Nahrung entspricht. Bei den *Radiolarien* wird diese Vermuthung noch dadurch besonders wahrscheinlich

gemacht, dass die Körnchen bei mehreren Arten roth gefärbt sind (bei *Acanthostaurus purpurascens*, *Acanthochiasma rubescens* und *Actineliuss purpureus*.¹⁾

Nicht bloss die Menge der Körnchen und der Vacuolen, sondern auch die Stärke und Schnelligkeit der Sarcode-Strömung scheint bei *Protomyxa* von der Quantität der aufgenommenen Nahrung abhängig zu sein. Obgleich diese Thatsache viel schwieriger als die vorher genannte zu erkennen und festzustellen ist, und obgleich auch vielfach äussere Anpassungsbedingungen, wie Licht, Temperatur etc. auf die Stärke und Schnelligkeit der Plasma-Strömung Einfluss zu haben scheinen, glaube ich mich doch durch anhaltende Beobachtungen und durch Vergleichung der Extreme von der Richtigkeit derselben überzeugt zu haben. Bei den hungernden Individuen, bei denen Körnchen und Vacuolen an Zahl abnahmen, wurde auch die Strömung in den verzweigten Schleimfäden zusehends schwächer und langsamer (Fig. 12). Zugleich nahmen die Anastomosen der Stromzweige in auffallender Weise ab und statt deren wurde an der Peripherie des Sarcodenetzes eine grössere Anzahl von äusserst feinen, divergenten, aber nicht anastomosirenden Schleimfäden vorgestreckt. Bei den reichlich gefütterten Individuen dagegen waren die bogenförmigen Anastomosen äusserst zahlreich und die peripherischen Büschel von haarfeinen und nicht anastomosirenden Schleimfäden selten (Fig. 14). Jedoch muss schon hier bemerkt werden, dass einige von diesen gutgenährten Individuen nach einiger Zeit in einen Ruhezustand übergingen, indem sie ihre Pseudopodien einzogen und sich schliesslich in einen kugeligen Schleimklumpen zusammenzogen, der sich mit einer Hülle umgab. Bevor ich auf diese encystirten Ruhezustände und die damit zusammenhängenden Fortpflanzungs-Erscheinungen der *Protomyxa* eingehe, will ich noch Einiges über die Reizbarkeit dieses Moneres bemerken.

Dass man die echten Rhizopoden (Acyttarien, Heliozoen, Radiolarien) sowie manche Rhizopoden ähnliche Organismen (Amoeben, Arcellen, Actinophryen) früher allgemein und unbedenklich als echte Thiere betrachtete, hatte nächst der thierähnlichen Gestalt mancher Schalenbildungen (molluskenähnliche Polythalamien) und nächst der mehr thierischen als pflanzlichen Nahrungsaufnahme seinen Grund vorzüglich in den Erscheinungen der Beweglichkeit und Reizbarkeit dieser Organismen. Ebenso wie einzelne Bewegungserscheinungen einen bestimmten Willen, so schienen andere das Vermögen einer distincten Empfindung zu verrathen; und man konnte schliesslich diesen be-

¹⁾ Zeitschr. für wissensch. Zool. 1865. Vol. XV, p. 359. Taf. XXVI, Fig. 4.

lebten Schleimklümpchen eben so gut eine wirkliche Seele oder einen sogenannten Geist zuschreiben, als den Menschen und anderen echten Thieren. Auch in diesen Beziehungen schliesst sich unsere *Protomyxa* den echten Rhizopoden an, und zeigt namentlich dieselben Erscheinungen von Reizbarkeit, welche ich einestheils bei den Radiolarien (l. c. p. 128) anderntheils bei dem *Protogenes primordialis* (l. c. p. 362) beschrieben habe.

Zunächst und hauptsächlich äussert sich diese »organische Be-seelung« der *Protomyxa* darin, dass jeder fremde Körper, der ihre Oberfläche berührt, vorzüglich ein bewegter oder sich bewegender Körper, einen vermehrten Zufluss von Sarcodē zu der berührten und »gereizten« Körperstelle veranlasst. Bei der Nahrungsaufnahme war dies deutlich zu sehen. Aber auch wenn ich unter dem Präparirmikroskop mit einer sehr spitzen Nadel vorsichtig die *Protomyxa* berührte, hatte dieser Reiz augenblicklich einen heftigen Zufluss von Sarcodē zur Folge, und die Nadelspitze wurde förmlich davon umflossen. Sobald ich jedoch versuchte, mit der Nadel in das Innere des Sarcodēkörpers einzudringen und denselben gewaltsam hin und her schob, so wurden sämtliche Pseudopodien eingezogen und der ganze Sarcodēleib zog sich in einen zusammenhängenden unförmlichen Klumpen zusammen. Da eine ähnliche oder gleiche »Reizbarkeit« gegenwärtig als allgemeine Eigenschaft des gesammten organischen Protoplasma, in gleicher Weise bei Thieren, Protisten und Pflanzen anerkannt ist, so beweist sie natürlich ebenso wenig für die thierische Natur bei der *Protomyxa*, als bei den echten Rhizopoden und anderen Protisten. Die *Protomyxa* ist wegen dieser Reizbarkeit ebenso wenig ein Thier, als die empfindliche Mimosa.

Gelegentlich dieser Reizversuche zerzupfte ich mehrere Individuen von *Protomyxa* in Stücke, eins in zwei ziemlich gleichgrosse Hälften, ein zweites in drei und ein drittes Individuum in fünf ziemlich ungleich grosse Stücke. Jedes dieser Theilstücke zog sich alsbald zu einem unregelmässig rundlichen Sarcodēklumpen zusammen, der zuerst eine Zeitlang bewegungslos dalag. Bald aber begann derselbe sich wiederum zu einer flachen Scheibe auszudehnen und hier und da an der Peripherie kleine stumpfe Fortsätze auszustrecken. Langsam wurden diese länger und länger, fingen an sich dichotomisch zu verästeln und mit ihren Zweigen Anastomosen zu bilden, und bald war das ganze lebendige Plasmanetz wieder so hergestellt, als ob Nichts vorgefallen wäre. Jedes der künstlich erzeugten Theilstücke bewegte sich so selbstständig und lebendig, wie die ungetheilte *Protomyxa*. Die künstliche Theilbarkeit der *Protomyxa* ist durch diese Versuche fest-

gestellt. Diese an sich merkwürdige Erscheinung, welche sowohl für die Individualitätslehre (Tectologie) überhaupt, als besonders für die Naturgeschichte der Protisten von hohem Interesse ist, verliert neuerdings viel von ihrem Wunderbaren, da sich die Vermehrbarkeit durch künstliche Theilung immer allgemeiner als eine sehr verbreitete Eigenschaft der niedrigen Organismen, namentlich der Protisten, aber selbst vieler höher organisirten und stärker differenzirten Thiere und Pflanzen herausstellt. Ich will bei dieser Gelegenheit bemerken, dass ich während meiner Anwesenheit auf Lanzarote zahlreiche Versuche über die künstliche Theilbarkeit der Hydromedusen angestellt habe, welche vom überraschendsten Erfolge begleitet waren. Bei der Hydra des süßen Wassers ist die ausserordentliche Theilbarkeit und Reproductionsfähigkeit seit TREMBLEY's Zeiten allbekannt, und auch bei den Hydroiden des Meeres durch DALYELL's Versuche festgestellt. Dagegen war die künstliche Theilbarkeit der Medusen selbst (Schirmquallen oder Discophoren) bisher noch nicht bekannt. Meine Versuche ergaben, dass dieselbe bei manchen Medusen, namentlich aus der Familie der Thaumantiaden von GEGENBAUR (Laodiceiden von AGASSIZ) einen erstaunlichen Grad erreicht. Bei mehreren Arten dieser Familie konnte ich den Medusenschirm in mehr als hundert Stücke zertheilen, und aus jedem Stück, sobald es nur einen Theil des Schirmrandes enthielt, erwuchs in wenigen (2—4) Tagen eine vollständige kleine Meduse. Selbst ein einziger losgelöster Randtentakel, an welchem die Basis, das ansitzende Stück des Schirmrandes erhalten war, bildete in wenigen Tagen eine Meduse. Noch überraschender war mir das Resultat, das ich bei anderen Hydromedusen erhielt. Hier konnte ich den kugeligen nicht differenzirten Zellenhaufen (oder die wimpernde kugelige Larve) welcher aus der Eifurchung hervorgegangen war, in mehrere Stücke zerschneiden, und aus jedem Stück entwickelte sich eine selbstständige Larve. Da ich diese Theilungsversuche an einem anderen Orte ausführlicher mittheilen werde, seien sie hier nur beiläufig erwähnt.

Sobald ich die selbstständige Natur der auf den Spirula-Schalen befindlichen orangeröthen sternförmigen Flecke als rhizopodenartiger Protisten erkannt hatte, musste sich natürlich die Vermuthung aufdrängen, dass die benachbarten, vorher beschriebenen rothen Kugeln Ruhezustände oder encystirte Individuen derselben Art seien, und dass diejenigen Kugeln, bei denen der zusammengezogene orangeröthe Inhalt in zahlreiche kleine Kugeln zerfallen war, auf monogene Fortpflanzung zu beziehen seien.

Die rothen Kugeln, welche ich sorgfältig von den Spirula-Schalen abgelöst und in flachen Uhrschildchen mit Seewasser in eine grosse

feuchte Kammer gebracht hatte, liessen zum Theil schon nach einigen (4—6) Tagen die individuelle Entwicklungsgeschichte der *Protomyxa* weiter verfolgen. In sämtlichen Kugeln zerfiel der orangerothe Plasmahalt, nachdem er sich von der hyalinen Kapselwand zurückgezogen hatte, in eine grosse Anzahl (einige hundert) kleine, runde, durchaus structurlose und nackte Kugeln. Dieser Zerfall beruhte nicht auf einer wiederholten Zweitheilung des encystirten Plasmakörpers, sondern darauf, dass gleichzeitig eine grosse Anzahl von individuellen Attractionscentren in der homogenen Plasmamasse sich differenzirten, und dass gleiche Plasmaportionen rings um diese Mittelpunkte sich anhäuften. Der Process wäre demnach wohl richtiger als Keimplastidenbildung (*Monosporogonia*), denn als Spaltung (Theilung oder Knospenbildung) aufzufassen.¹⁾

Die kleinen rothen Kugeln (von 0,017 Mm. Durchmesser) verharrten nun noch mehrere Tage ruhig in der dickwandigen Cyste, deren ganzen Binnenraum sie ausfüllten, ohne dass eine weitere Veränderung an ihnen zu bemerken war. Als ich sie nach Verlauf von ungefähr einer Woche wieder unter das Mikroskop brachte, bemerkte ich bei einigen eine langsame Bewegung der Kugeln innerhalb der Cyste. Die Bewegung bestand in keiner regelmässigen Rotation derselben, sondern in einer langsamen Ortsveränderung der Kugeln, bei der sie sich ohne bestimmte Regel in allen Richtungen durch einander drängten.

Einige Stunden später war die Bewegung lebhafter geworden und die rothen Kugeln hatten eine birnförmige Gestalt angenommen, indem das eine Ende derselben in eine feine Spitze ausgezogen war. Beim Durcheinanderwinden innerhalb der Cyste änderten sie mehrfach die Gestalt ihres weichen birnförmigen Leibes, indem sie bald länger, bald kürzer keulenförmig ausgezogen wurden, und zuweilen dabei sich krümmten.

Am folgenden Tage fand ich eine der Cysten zerplatzt; die leere collabirte Wand lag gefaltet auf dem Boden des Uhrgläschens und eine grosse Menge von keulen- oder birnförmigen rothen Körperchen bewegte sich frei in dem Seewasser umher. Es zeigte sich nun, dass die rothen Kugeln die Schwärmsporen der *Protomyxa* waren, und dass dieselben nach dem Austritt aus der Cyste sich nach Art von Flagellaten oder von Algen-Schwärmsporen frei umher tummelten. Ich sprengte nun durch leichten Druck des Deckgläschens eine andere Cyste, bei welcher bereits die Bewegung der Keimplastiden im Innern zu sehen war, und sah alsbald die rothen birnförmigen Körperchen in dichtem

¹⁾ Vergl. Generelle Morphologie, Vol. II, p. 70.

Gewimmel aus der geborstenen Membran austreten (Fig. 4). Unmittelbar nach dem Austritt wurde die Form derselben schlanker, indem sich das vordere Ende in eine längere Geissel auszog, und die Bewegung wurde bedeutend beschleunigt (Fig. 5).

Die Gestalt der freien Schwärmsporen (Fig. 5) oder der geisseltragenden Keimplastiden (genauer Keimcytoden) war schlank birnförmig, von der abgerundeten Basis bis zu der haarfein ausgezogenen Spitze ungefähr 0,06 Mm. lang, an der breitesten Stelle (kurz vor dem hinteren abgerundeten Ende) 0,012 Mm. breit. Der hintere Theil des Sporenkörpers war bald mehr kugelig, bald mehr eiförmig abgerundet und spitzte sich nach vorn sehr allmählich in einen kegelförmigen schlanken Hals zu, der sich dann dünner werdend in eine haarfeine Geissel auszog. Die Bewegung dieser Geissel (Flagellum) war mehr pendelnd oder einen Kegelmantel beschreibend, als schlängelnd. Die Geissel schleppte durch diese ununterbrochenen sehr lebhaften Bewegungen den ganzen Sporenkörper mit sich fort. Dieser war in seiner ganzen Masse durchaus einfach und homogen, ohne Spur von Kern (Nucleus) oder contractiler Vacuole, ebenso ohne Spur von Membran, und lediglich aus der rothgelblichen Grundsubstanz des Plasma bestehend, in welche sehr feine rothe Körnchen eingebettet waren. Durch Zusatz von Iodlösung wurden die Schwärmsporen augenblicklich zum Stillstand gebracht und tief gelbbraun gefärbt. Man sah nun ganz deutlich, dass der ganze Sporenkörper durchaus structurlos war, und demnach den morphologischen Werth des denkbar einfachsten organischen Individuums, der nackten Cytode oder *Gymnocytoide* besass. Ausser den äusserst feinen rothen Körnchen waren durchaus keine differenten Bestandtheile in der homogenen Plasmamasse wahrzunehmen. Die Geissel war weiter Nichts, als ein haarförmig ausgezogener Fortsatz des Plasma oder der Sarcode selbst (Gen. Morph. Vol. 1, p. 275).

Verfolgt man die Bewegungen der Schwärmsporen (oder der schwärmenden *Gymnocytoiden*) von *Protomyxa* genauer, so findet man sie äusserst ähnlich denjenigen der Schwärmsporen der *Myxomyceten*. Die Beschreibung DE BARY's passt so gut auf diese, wie auf jene. »Die Bewegungen der Schwärmer bestehen zunächst in einer mit Vorschreiten nach der Richtung des Vorderendes verbundenen Rotation des ganzen Körpers um seine Längsaxe, wobei derselbe, wenn er gerade ausgestreckt ist, sich in dem Mantel eines Kegels dreht, dessen Basis von dem Vorderende umschrieben, dessen Spitze vom Hinterende gebildet wird. Jenes beschreibt also den grössten, jeder andere Punct der Körperoberfläche einen um so kleineren Kreis, je näher er dem Hinterende liegt. Dabei wird die Cilie beständig wie eine Peitschenschnur

undulirend nach zwei Seiten geschwungen, was der Drehung des Körpers ein ruckweises Hin- und Herwackeln oder Schaukeln hinzufügt. Oft fehlt die Rotation, letztere Form der Bewegung ist allein vorhanden, oder es wechseln beide Arten mit einander ab. Gleichzeitig mit diesen Drehungen und Ortsveränderungen zeigt der Körper beständige Aenderungen seines Umrisses: wurmförmige Krümmungen abwechselnd nach verschiedenen Seiten hin, Zusammenziehung zu mehr kugliger Gestalt und Wiederausstreckung, peristaltische Contractionen, endlich Austreiben kurzer spitzer Fortsätze, welche amoebenartig in stetem Wechsel wieder eingezogen und durch neue ersetzt werden, und welche besonders zahlreich um das abgerundete Hinterende zu entstehen pflegen.«

Wie in den Bewegungen, so gleichen die Schwärmer der *Protomyxa* denjenigen der *Myxomyceten* auch in der Gestalt, nur mit dem Unterschiede, dass den ersteren, so lange sie schwärmen, jede Vacuolenbildung fehlt. Auch die nächsten Schicksale der beiderlei Schwärmer sind ganz ähnlich. Beide kommen nach einiger Zeit zur Ruhe, gehen in amoebenartige Zustände über und bilden dann (wenigstens theilweise) durch Verschmelzung Plasmodien.

Die Schwärmzeit der *Protomyxa*-Sporen scheint mindestens einen Tag zu dauern. Wenigstens sah ich dieselben niemals an demselben Tage, an welchem sie aus der Cyste geschlüpft waren, zur Ruhe kommen. Am folgenden Tage fand ich sie meistens ruhig auf dem Boden des Uhrschildchens liegen: die Geißel der Schwärmer war eingezogen und die birnförmige Körpergestalt in diejenige einer unregelmässig rundlichen Scheibe übergegangen, deren Umfang sternförmig in mehrere Fortsätze ausgezogen war. Die rothgelben Plasmakörper glichen nun im Umriss vollständig den zur Ruhe gekommenen *Myxomyceten*-Schwärmern oder auch der *Amoeba radiosa* von EHRENBURG. Nur hatten die ringsum ausgestreckten Fortsätze (5—20 gewöhnlich an Zahl) bald mehr eine schlank kegelförmige, bald mehr eine kolbenförmige Gestalt (Fig. 6). Die meisten Fortsätze waren einfach, die grösseren fingen jedoch schon in dieser Zeit an der Spitze an sich gabelförmig zu theilen oder selbst mehrfach zu verästeln. Das Ausstrecken und Einziehen der formwechselnden Fortsätze geschah durchaus in derselben Weise, wie bei den lebhafter beweglichen Amoebenarten.

Schon kurze Zeit nachdem die Schwärmsporen der *Protomyxa* zur Ruhe gekommen und in den Amoebenzustand übergegangen sind, beginnen dieselben Nahrung aufzunehmen. Mit einem Wassertropfen brachte ich eine Anzahl von kleinen Diatomeen in das Uhrschildchen und alsbald begannen diejenigen Amoeben, welche mit den Diatomeen in Berührung kamen, ihre Fortsätze an dieselben anzulegen und sie in der

bekannten Weise zu umfliessen. Bald waren die Naviculen ganz von einzelnen Amoeben umflossen, deren ganzer Körper gleichsam nur einen dünnen Schleimüberzug über den ersteren darstellte (Fig. 8, 9). Der gelbbraune Plasmahalt der kieselschaligen Diatomeen wurde von den Amoeben assimiliert und dann zogen sie sich wieder von den entleerten Kieselhüllen zurück, und begannen vom Neuem die charakteristischen Amoebenbewegungen, das beständige Ausstrecken und Einziehen der formwechselnden fingerartigen Fortsätze. Das Volum der kleinen Amoeben wuchs durch die Verdauung einer Navicula wohl um das Zwei- bis Dreifache, und nun begannen auch die Fortsätze sich länger auszustrecken, reichlicher zu verästeln, und selbst hier und da bereits eine Anastomose zu bilden.

Erst nach erfolgter Nahrungsaufnahme begannen in den Amoeben Vacuolen aufzutreten, welche sowohl in den ruhenden als in den schwärmenden Sporen vollständig vermisst wurden. Gewöhnlich trat zuerst eine einzige, seltener gleichzeitig 2—3 kleine Vacuolen als helle, langsam pulsirende kreisrunde Flecke in dem röthlich gelben Amoebenkörper auf. Aber schon jetzt liess sich durch andauernde Beobachtung feststellen, dass die Vacuolen keine constanten contractilen Blasen, sondern Ansammlungen von Flüssigkeit innerhalb des contractilen homogenen Plasmaparenchyms waren. Bald entstanden sie an dieser, bald an jener Stelle, ohne nach ihrem Verschwinden wiederzukehren.

Mehrfach konnte ich bei den Schwärmern der *Protomyxa* unter meinen Augen die Bildung von Plasmodien durch Verwachsung (Concrescenz) von zwei oder mehreren Amoeben unmittelbar verfolgen. Bisweilen geschah es, dass zwei Amoeben, welche eine Navicula an entgegengesetzten Enden erlasst hatten und sich über dieselbe herüberzogen, bei der Begegnung in der Mitte in eine einzige zusammenflossen (Fig. 8, 9). Nach erfolgter Verdauung zog sich die vereinigte Plasmamasse als ein einziges amoebenartiges Individuum von der entleerten Kieselschale zurück. Aber auch an freien Amoeben, welche sich auf dem Glase begegneten und mit ihren ausgestreckten Pseudopodien berührten, konnte der Verschmelzungsprocess unmittelbar wahrgenommen werden. Da, wo die Amoeben in dichten Gruppen auf dem Boden des Gläschens neben und durch einander krochen, sah ich oft drei bis vier derselben gleichzeitig mit einander verschmelzen (Fig. 7). So entstanden grössere Plasmodien, die durch die grössere Anzahl der Vacuolen und durch die reichlichere Verästelung und Anastomosenbildung der ausgestreckten Fortsätze bereits den Uebergang zu den oben beschriebenen erwachsenen *Protomyxen* bildeten (Fig. 10).

Ob die Plasmodienbildung, d. h. die Entstehung grösserer Sarcodetkörper durch Concrescenz mehrerer Amöben, für die Entwicklung der erwachsenen *Protomyxa* ein nothwendiger und unentbehrlicher oder ein mehr zufälliger und gleichgültiger Process ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Doch ist mir das letztere wahrscheinlicher. Ich isolirte mehrere einfache Amöben einzeln auf kleinen Gläschen und führte ihnen reichlich Diatomeen-Nahrung zu. Innerhalb weniger Tage nahmen dieselben an Grösse beträchtlich zu und erreichten das Vier- bis Sechsfache des ursprünglichen Volumens. Die Pseudopodien wurden länger und bildeten zahlreichere Aeste und Anastomosen. Es ist kein Grund für die Annahme vorhanden, dass nicht einfach durch solches fortgesetztes Wachsthum jede einzelne aus einer Schwärmspore hervorgegangene Amöbe die volle Grösse der reifen *Protomyxa* erreichen, und sich dann eben so gut und in gleicher Weise durch Sporogonie fortpflanzen könne, wie die Plasmodien. Diese letzteren, als Complexe mehrerer verschmolzener Amöben, werden nur den Vorzug haben, rascher zu wachsen und den Ruhezustand eher zu erreichen, als die einzelnen Amöben.

Um die Naturgeschichte der *Protomyxa* vollständig herzustellen, war es nur noch erforderlich, die Encystirung der reifen Form zu beobachten, den Uebergang der frei beweglichen Plasmodien in den Ruhezustand der rothen Kugeln, welche neben den letzteren sich auf den Spirula-Schalen angeheftet hatten. Auch diesen Uebergang gelang mir festzustellen.

Zwei der grössten von den reichlich gefütterten Plasmodien, welche sehr zahlreiche Vacuolen enthielten und ein sehr ausgedehntes Sarcodetnetz mit vielen Aesten und Anastomosen gebildet hatten, begannen nach einiger Zeit ihre auffallend raschen Strömungsbewegungen zu verlangsamen und ihr Stromnetz zu vereinfachen. Die Kieselschalen der reichlich aufgenommenen Diatomeen wurden ausgestossen, und die Aeste und Zweige der Pseudopodien einer nach dem andern eingezogen. Endlich zogen sich auch die immer einfacher gewordenen Hauptstämme in den centralen Plasmakörper zurück, und der gesammte homogene Sarcodetleib nahm die Form eines unregelmässigen Klumpens an, der sich schliesslich in eine reguläre Kugel abrundete.

Nun begann die Ausscheidung der Cystenhülle, indem zunächst der haarscharfe einfache Kreiscontour der orangeröthen Plasmakugel in einen zwar feinen, aber deutlichen Doppel-Contour überging. Diesem folgte bald eine zweite, dann eine dritte concentrische Kreislinie, und so entstand ziemlich rasch (im Verlaufe eines Tages) die concentrisch geschichtete hyaline Cystenhülle, deren Schichtstreifen

dem periodischen Absatz der ausgeschiedenen Gallerthäute entsprachen. Anfänglich waren in dem Plasma während des Encystirungsprocesses noch eine Menge von Vacuolen sichtbar, die bald hier, bald dort auftauchten und wieder verschwanden; jedoch nahm ihre Anzahl zu- sehends ab, und nach vollendeter Bildung der Cystenhülle war keine Vacuole in dem orangeröthen, von zahlreichen Körnchen durchsetzten Plasma mehr wahrzunehmen. Die encystirte Plasmakugel war nun nicht mehr von denjenigen rothen Kugeln zu unterscheiden, deren Uebergang in die Schwärmsporenmasse ich oben beschrieben habe.

Somit war denn der Generationscyclus der *Protomyxa aurantiaca* erschöpft und der Kreislauf ihrer einfachen und merkwürdigen Lebenserscheinungen festgestellt. *Protomyxa aurantiaca* ist ein Moner, welches gleich den Vampyrellen und Protomonaden in zwei verschiedenen Zuständen während seines individuellen Lebenslaufes erscheint. Im freibeweglichen Zustande tritt die *Protomyxa* als ein nacktes Gymnomoner auf, von dem morphologischen Werth einer denkbar einfachsten Plastide (Cytode), welches nach einander drei verschiedene Formzustände annimmt: I, den schwärmenden Flagellaten-Zustand, eine frei schwimmende, nackte, mit einer Geissel versehene, birnförmige Schwärmspore (Fig. 5), II, den kriechenden Amöben-Zustand, eine Amöbe einfachster Art (*Protamoeba*), ohne Kern und ohne contractile Blase, ohne Verästelung und Netzbildung der Pseudopodien, und ohne Vacuolenbildung (Fig. 6), III, den netzförmigen Rhizopoden-Zustand, ein colossales nacktes Plasmodium mit Verästelung und Netzbildung der Pseudopodien und mit Vacuolenbildung (Fig. 10—12). Im unbeweglichen Ruhezustande dagegen erscheint die *Protomyxa* als ein beschaltes Lepomoner, als eine von einer ausgeschiedenen Membran umgebene Lepocytode, bestehend aus einem völlig homogenen kugeligen Plasmakörper und einer von demselben ausgeschiedenen structurlosen Hüllmembran (Fig. 1). Der Plasmakörper zerfällt durch Monosporogonie in zahlreiche kleine Kugeln (Fig. 2, 3), welche nach ihrem Austritt aus der geborstenen Cystenmembran (Fig. 4) als Flagellaten umherschwärmen (Fig. 5). Hiermit ist der einfache Generationscyclus der *Protomyxa aurantiaca* vollendet.¹⁾

1) Meiner *Protomyxa* möglicherweise sehr nahe verwandt sind die weissen eiähnlichen Kugeln, welche ECKER in abgestorbenen Eiern von *Lymnaeus stagnalis* auffand. (Zeitschr. für wiss. Zool. 1854, Vol. III, p. 412, Taf. XIII, Fig. 1—4). Die kugeligen Cysten, aus denen Schwärmer mit 2 Geisseln (»Cercomonaden«) hervorkamen, erinnern nach ECKER'S Darstellung auffallend an die Cysten der *Protomyxa*. Leider wurde die weitere Entwicklung nicht beobachtet.

II. 2. *Myxastrum radians*.

(Hierzu Taf. II, Fig. 13—24.)

An dem Quai von Puerto del Arrecife, der Hafenstadt der canarischen Insel Lanzarote, wachsen auf den flachen Stellen des Hafenbeckens, welche bei tiefer Ebbe vom Wasser entblösst werden, in grosser Menge verschiedene Actinien, namentlich eine braungrüne *Anemonia*, ferner dichte Büsche von *Codium tomentosum* und andere Algen. Der feine braune Schlamm, welcher den steinigen Boden dieser flachen Stellen bedeckt, enthält unter Anderem zahlreiche Diatomeen und Polythalamien. Um letztere zu studiren und womöglich Etwas über ihre Fortpflanzung zu ermitteln, sammelte ich ein wenig von diesem Schlamm und liess denselben in flachen bedeckten Gläschchen einige Zeit stehen.

Als ich nach mehreren Tagen in einem dieser Gläschen, das ich gegen das Licht hielt, den Schlamm mit einem Glasstäbchen umrührte, gewahrte ich inmitten der aufgerührten und im Wasser umherwirbelnden dunklen Partikelchen (Diatomeen, Steinfragmente etc.) einzelne kleine, mit blossen Auge eben sichtbare durchscheinende hellgraue Pünctchen, welche mich lebhaft an das unter gleichen Verhältnissen wahrnehmbare *Actinosphaerium Eichhornii* STEIN (*Actinophrys Eichhornii* EHRENBURG) unserer süssen Gewässer erinnerte. Unter das Mikroskop gebracht, ergab sich sogleich, dass diese Körper allerdings nicht dem bezeichneten Rhizopoden, wohl aber einem diesen sehr ähnlichen Organismus einfachster Art angehörten.

Unter starker Vergrösserung (Fig. 24) stellten sich diese Körperchen als kugelige Schleimklümpchen dar, deren centraler Plasmakörper an der ganzen Peripherie eine sehr grosse Menge von feinen radialen Schleimfäden (Pseudopodien) ausstrahlte. Diese peripherische Fadenzone war ungefähr ebenso breit oder nur wenig breiter, höchstens doppelt so breit, als der Durchmesser der centralen Sarcodemasse, von welcher dieselben ausstrahlten. Dieser betrug ungefähr 0,4 Mm., so dass der gesammte Körperdurchmesser der grössten Individuen 0,3 Mm., im längsten Ausdehnungszustande der Strahlen aber 0,5 Mm. erreichte. Die Fäden, welche mit ziemlich breiter conischer Basis sich von der Oberfläche der Schleimkugel erhoben, verschmälerten sich sehr rasch und liefen in eine haarfeine Spitze aus. Verästelungen der Fäden waren sehr spärlich, nur hie und da als einfache, selten wiederholte Gabeltheilungen wahrzunehmen, welche unter sehr spitzem Winkel theils von der Basis, theils mehr von dem äusseren Theile der

Fäden abgingen. Anastomosen waren ebenfalls sehr spärlich vorhanden, mit Ausnahme derjenigen Stellen, an denen gerade Nahrung aufgenommen wurde (Fig. 23).

Die gesammte Körpermasse dieses zierlichen, strahlenreichen Schleimsterns war durchaus structurlos und homogen. Die gleichartige Sarcodemasse der centralen Kugel ging ununterbrochen auf die ausstrahlenden Fäden ihrer Peripherie über. Die einzigen Körperchen, welche in der structurlosen, blassgelblichen oder fast farblosen Grundsubstanz sich wahrnehmen liessen, waren zahlreiche und äusserst kleine darin zerstreute fettglänzende Körnchen und eine geringe Anzahl von grösseren, ebenfalls stark lichtbrechenden Körnern. Verfolgte man anhaltend diese im Plasma des Schleimsterns suspendirten Körperchen, so konnte man eine sehr langsame und träge Ortsveränderung an denselben bemerken, offenbar der Ausdruck einer langsamen Strömung der Sarcode, welche auf eine sehr bedeutende Consistenz der Masse schliessen liess. Diese letztere ergab sich in der That beim Auflegen eines Deckgläschens, durch welches der kugelige Körper bei mässigem Drucke nur wenig abgeplattet wurde. Die zunächst betroffenen Fadenbüschel brachen dabei ab, und ihre zerbrochenen Spitzen, theilweise mehrmals geknickt, schwammen im Wasser umher. Bei längerer Dauer des Druckes löste sich noch eine grössere Anzahl von ausgestreckten Pseudopodien ab; andere wurden sehr langsam eingezogen. Bei verstärktem Druck gestaltete sich der ganze Körper zu einer unförmlichen Masse, welche sich jedoch nicht flach auf dem Objectträger ausbreitete, sondern in viele unregelmässige Stücke zerbrach. Offenbar zeigte sich in allen diesen Erscheinungen eine ungewöhnliche Consistenz und Zähigkeit des dickflüssigen Plasma, in ähnlicher Weise, wie sie auch verschiedene Acanthometriden und unser *Actinosphaerium Eichhornii* gegenüber den meisten anderen Rhizopoden zeigen.

Wie in der gesammten Körperform und Grösse, in der Consistenz der zähen und starren Plasmafäden, ihrer geringen Neigung zur Verästelung und Anastomosenbildung, ihrer trägen Körnchenströmung, so glich unser Moner dem bekannten *Actinosphaerium Eichhornii* auch in der Nahrungsaufnahme. Diese war leicht zu beobachten, sobald man die kleinen Körperchen verfolgte, welche im Wasser um unsere Schleimkugel herumschwammen, und in deren Strahlenbezirk geriethen. Es waren dies vorzüglich Diatomeen, Peridinien, Nauplius-Formen verschiedener Crustaceen und verschiedene Infusorien. (Fig. 23).

Sobald eines dieser schwärmenden Körperchen zwischen die Strahlen des Moneres hinein gerieth, blieb es an denselben haften, wie es schien

in Folge der klebrigen Beschaffenheit ihrer Oberfläche. Bei dem Versuche, sich los zu machen, reizte es durch seine unruhigen Stösse die benachbarten Pseudopodien, und nun legten sich diese langsam von allen Seiten über die gefangene Beute herüber, ganz ähnlich, wie es bei *Actinosphaerium* bekannt ist. In der Regel waren einzelne Fäden hierbei zu beobachten, welche bei längerer fester Berührung eine wahre Anastomose bildeten. Doch schienen dieselben nicht immer über der Beute zusammenzufließen und sie mit einer continuirlichen Sarcodenhülle zu umgeben, wie es bei den meisten echten Rhizopoden der Fall ist. Vielmehr schienen die starren Pseudopodien, welche sich dichter und dichter um die gefangene Beute sammelten, diese oft nur der Oberfläche der centralen Plasmakugel zuzuschieben und endlich in die zähflüssige Schleimmasse derselben hineinzudrücken. (Fig. 23). An der Oberfläche bildete sich eine flache Grube zur Aufnahme des fremden Körpers, welche tiefer und tiefer wurde und endlich sich wieder über demselben schloss. Bisweilen wurde dabei zugleich eine geringe Quantität Seewasser mit verschluckt, so dass der Bissen in einer Vacuole von kreisrundem Umriss zu liegen schien. Langsam wurde nun allmählich die verschluckte Beute, deren Bewegungen gewöhnlich schon vor der Aufnahme in den centralen Körper aufgehört hatten, in das Innerste des letzteren hineingedrängt und hier verdaut. Die unverdaulichen Ueberreste wanderten in gleicher Weise langsam wieder nach aussen, gewöhnlich noch von einer kleinen Flüssigkeitsmenge, wie von einer kugeligen Alveole umschlossen. Die Oberfläche der centralen Schleimkugel öffnete sich an einer beliebigen Stelle und zwischen den Basen der Pseudopodien traten die Excremente nach aussen.

Während in allen diesen Beziehungen unser Moner sich dem bekannten *Actinosphaerium Eichhornii* sehr ähnlich verhielt, so zeigten sich dagegen bei genauerer Betrachtung sofort Unterschiede, welche ersteres als ein ganz verschiedenes Protist nachwiesen. *Actinosphaerium* ist leicht von allen übrigen bekannten ähnlichen Protisten durch zweierlei anatomische Eigenthümlichkeiten zu unterscheiden: erstens durch die deutliche Differenzirung des Körpers in eine centrale (Mark-) und eine peripherische (Rinden-) Schicht, und zweitens durch die eigenthümliche Structur der Pseudopodien. Die centrale oder Markmasse desselben besteht aus einem Sarcodkörper, welcher zahlreiche echte (kernhaltige) Zellen enthält. Die Sarcode der Rindenmasse dagegen umschliesst zahlreiche dichtgedrängte Vacuolen, welche der ganzen Rinde ein alveolares Aussehen verleihen. Jedes Pseudopodium besteht aus einer festeren hyalinen Axensubstanz, welche von der Markmasse ausgeht, und aus einer dünnflüssigeren, körnchenfüh-

renden Rindensubstanz, welche erstere überzieht.¹⁾ Durch diese histologische Differenzirung schliesst sich *Actinosphaerium* bereits an die Radiolarien an, von denen es sich jedoch dadurch wesentlich unterscheidet, dass die zellenhaltige Markmasse nicht durch eine besondere Membran (Centralkapsel) von der peripherischen Sarcode getrennt ist. Zugleich unterscheidet sich dasselbe durch diese Differenzirung wesentlich von der echten *Actinophrys* (sol), welche sich durch ihren homogenen Sarcodekörper eng an die Moneren anschliesst. Jedenfalls ist es ganz ungerechtfertigt, diese beiden ganz verschiedenen Protisten als zwei verschiedene Species des einen Genus *Actinophrys* zu betrachten. Die von STEIN eingeführte Trennung der echten *Actinophrys* (sol) von dem viel höher differenzirten *Actinosphaerium* (Eichhornii) ist auf alle Fälle nothwendig. *Actinosphaerium* ist ein echtes Rhizopod, welches zwischen den Acyttarien und Radiolarien in der Mitte steht, und welches ich daher in meiner generellen Morphologie (Vol. II. p. XXVIII) als Repräsentanten einer besonderen (dritten) Hauptabtheilung der echten Rhizopoden zwischen jene beiden gestellt habe (*Heliozoa*).

Das in Fig. 23, 24 abgebildete Schleimsternchen enthält in seinem ganz homogenen Sarcodekörper weder die kernhaltigen Zellen, noch die blasenförmigen Vacuolen des *Actinosphaerium*. Ebenso fehlt gänzlich die Differenz einer Axen- und Rindenschicht in den durchaus homogenen Pseudopodien. Eher würde man unser Moner mit der echten *Actinophrys* (sol) zusammenstellen können. Jedoch besitzt es nicht die charakteristische Vacuolenbildung (die grosse contractile Blase an der Oberfläche) des letzteren, und zeichnet sich ausserdem durch seine eigenthümliche Fortpflanzung so sehr aus, dass es als Repräsentant eines neuen Genus zu betrachten ist, für welches ich den Namen *Myxastrum* vorschlage. Die abgebildete Art von Arrecife nenne ich *Myxastrum radians*.

Die Körnchen, welche in dem Sarcodekörper des *Myxastrum* zerstreut sind, finden sich in sehr verschiedener Menge, je nach der Quantität der aufgenommenen Nahrung. *Myxastrum* verhält sich in dieser Beziehung ebenso wie *Protomyxa* und wie die echten Rhizopoden. Nach reichlicher Füllung erscheint eine grosse Menge von Körnchen, welche sehr deutlich die langsame und wechselvolle Circulationsströmung im Parenchym des soliden Plasmakörpers und seiner Pseudopodien, und scheinbar auch auf deren Oberfläche verfolgen

1) MAX SCHULTZE, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. 1863. p. 35 ff.

lassen. Sie ist ganz wie bei den *Acanthometren*, ihre Richtung beständig wechselnd. Verästelung, Anastomose und Plattenbildung der starren Pseudopodien ist selten. Bei längere Zeit hungernden Individuen nimmt die Quantität der Sarcodekörnchen bedeutend ab. Zuletzt verschwinden dieselben ganz.

Durch künstliche Theilung liess sich *Myxastrum* ebenso wie *Protomyxa* vermehren. Bei zwei Individuen, von denen ich unter dem Präparirmikroskop das eine in zwei, das andere in drei Stücke mit scharfen Nadeln zerrissen hatte, rundete sich jedes Theilstück langsam zu einer selbstständigen Schleimkugel ab, welche allmählich anfang, die eingezogenen Pseudopodien wieder vorzustrecken, und nun gleich den ungetheilten Individuen sich zu ernähren und weiter zu leben. Die gleiche künstliche Theilbarkeit habe ich bei dem ähnlichen *Actinosphaerium Eichhornii* bereits 1862 nachgewiesen.

Die activen Bewegungen des ganzen Körpers waren bei *Myxastrum* eben so schwach und langsam, wie bei *Actinosphaerium*. Jedoch vermochte es sich auf dem Objectträger sehr langsam, wankend, von der Stelle zu bewegen, scheinbar rotirend oder wälzend, oder auf den stachelartigen Pseudopodien sich wie ein Seeigel fortbewegend.

Der glückliche Erfolg, den meine Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte von *Protomyxa* gehabt hatten, liess mich hoffen, auch bei *Myxastrum* einen gleich vollständigen Entwicklungscyclus zu beobachten. Mehrere der grössten und reichlich gefütterten Individuen isolirte ich in einzelnen Uhrgläschen mit Seewasser. Diese bewahrte ich in einer geräumigen feuchten Kammer mehrere Wochen auf, ohne dass die Myxastren abstarben.

In den ersten Tagen zeigten die isolirten Myxastren keine Veränderung. Dann aber bemerkte ich zuerst an einem, bald darauf auch an einem zweiten Individuum, dass das Schleimsternchen seine Strahlen eingezogen und sich zu einer ganz einfachen Schleimkugel mit glatter Oberfläche zusammengezogen hatte. Alle Reste der früher aufgenommenen Nahrung waren entfernt, und ausser den feinen zahlreichen Körnchen keinerlei Formelemente in dem ganz homogenen Sarcodekörper wahrzunehmen. Einige Tage später wurde ein doppelter scharfer Contour an Stelle des bisherigen einfachen sichtbar, und nun zeigte es sich, dass das *Myxastrum* sich ebenso wie die *Protomyxa* encystirt hatte. Die anfangs sehr dünne Cystenmembran wurde langsam dicker und dicker, indem schichtenweise neue Lagen abgeschieden wurden, und endlich erreichte ihre Dicke $\frac{1}{8}$ von dem Durchmesser der eingeschlossenen Plasmakugel. (Fig. 43).

Das encystirte *Myxastrum* stellte ebenso wie die encystirte

Protomyxa, eine ganz einfache kugelige Lepocytode dar, eine vollkommen structurlose und homogene Plasmakugel von 0,08 Mm. Durchmesser. Auch in chemischer Beziehung zeigte es die gleichen Reactionen, wie die encystirte *Protomyxa*. Die Membran war ebenso structurlos, jedoch derber, dicker und consistenter.

Meine Hoffnung, die weitere Entwicklung des encystirten *Myxastrum* ebenso wie bei *Protomyxa* weiter verfolgen zu können, schien zunächst nicht in Erfüllung zu gehen. Um dieselbe zu verfolgen, betrachtete ich fast Tag für Tag die eingekapselten Plasmakugeln, welche ich sorgfältig in kleinen Uhrschildchen in der feuchten Kammer isolirt hielt. Endlich nach zweiwöchentlichem vergeblichen Warten wurde eine Veränderung bemerkbar. Es begann nämlich die homogene Plasmakugel eine grosse Anzahl von radialen Streifen zu zeigen, und in der Richtung dieser Streifen sich zu zerklüften, etwa wie bei der Dotterfurchung von *Sagitta*. Nach drei bis vier Tagen war der ganze kugelige Plasmakörper in ungefähr 50 verdichtete kegelförmige Inhaltspartieen zerfallen, welche im Centrum der Kugel sich mit ihren Spitzen berührten, während die abgerundete Basis der schlanken Kegel die Innenseite der Cystenwand berührte (Fig. 44). Zwischen den einzelnen conischen, radial gestellten Plasmaportionen, deren Substanz sich offenbar langsam verdichtete, sammelte sich eine geringe Quantität von einer hellen wässrigen Flüssigkeit an. Nun trat auch langsam eine Formveränderung der radialen Plasmastücke ein, indem ihre ursprüngliche Kegelform mehr und mehr in Spindelform überging. Zugleich zogen sich die inneren Spitzen der beiderseits zugespitzten Spindeln aus dem Centrum zurück, in welchem sich Flüssigkeit ansammelte. (Fig. 45, 46).

Jedes einzelne von den gestreckten spindelförmigen Plasmakörperchen, welche durch die radiale Theilung der einfachen Plasmakugel entstanden waren, begann nun eine dünne Hülle auszuscheiden, welche als ein deutlicher doppelter Contour zwischen den einzelnen Spindeln sichtbar wurde (Fig. 45, 46). Die Länge des spindelförmigen Körperchens betrug nur 0,03 Mm., seine grösste Breite (in der Mitte) 0,045 Mm., die Dicke seiner Hüllmembran 0,0042 Mm. Diese Hülle bestand, wie sich alsbald durch die chemischen Reactionen ergab, aus Kieselerde. Isolirt hätte man jedes einzelne Spindelchen für eine kleine Diatomee, etwa eine *Navicula*, halten können (Fig. 47). Jedoch fehlte dem gänzlich structurlosen Plasmakörper der Kern, welchen die Diatomeen besitzen. Es war jede Spindel mithin eine einfache Cytode, keine echte (kernhaltige) Zelle.

In diesem Zustande, geschützt von der festen Kieselhülle und ausserdem noch von der gemeinschaftlichen Cystenhülle des elterlichen

Körpers, verharren die spindelförmigen Keime des *Myxastrum* wahrscheinlich unter ihren natürlichen Existenzbedingungen längere Zeit, ehe sie sich weiter entwickeln. Da selbst nach Verlauf von einer Woche keine auffällige Veränderung an denselben zu bemerken war, und da die Zeit meines Aufenthalts auf Lanzarote zu Ende ging, beschloss ich, die beiden einzigen Cysten, welche noch übrig waren, zu sprengen, und zu sehen, ob dann eine Weiterentwicklung der Keime einträte. Dies geschah in der That.

Nachdem ich die beiden kugeligen Cysten gesprengt hatte, (was bei der Festigkeit der hyalinen Cystenmembran einen ziemlich bedeutenden Druck erforderte) traten die spindelförmigen Kiesel-sporen auseinander und zerstreuten sich im Wasser. In den ersten beiden Tagen war keine Veränderung und keine Bewegung an denselben zu bemerken. Sie lagen regungslos und scheinbar unverändert am Boden des Uhrschildchens. Endlich am dritten Tage bemerkte ich, dass aus dem einen Ende mehrerer Kieselspindeln ein hyaliner fingerförmiger, abgerundeter Fortsatz hervorsah, etwa $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ so lang als die Spindel. Am entgegengesetzten Ende hatte sich der Plasmahalt von der Kieselhülle abgehoben, und hier war eine helle Lücke bemerkbar (Fig. 18). Langsam wurde diese Lücke grösser, während entsprechend das Plasma am anderen Ende mehr und mehr vorquoll (Fig. 19). So schlüpfte schliesslich der gesamte homogene Plasmakörper der spindelförmigen Spore aus seiner Kieselhülle heraus, zog sich kugelig zusammen und blieb regungslos vor der entleerten Hülle liegen (Fig. 17, 20). Die herausgeschlüpfte Plasmakugel war vollkommen homogen und structurlos, nur von äusserst feinen (bei 500 maliger Vergrösserung noch nicht messbaren) Körnchen durchsetzt. Von einem Kerne und ebenso von einer Vacuole war auch bei Anwendung verschiedener Reagentien keine Spur wahrzunehmen. Die nackte Spore war in der That eine gänzlich structurlose Sarcoderkugel. Auch an der entleerten Kieselmembran war keinerlei Structur wahrzunehmen. Sowohl in Flüssigkeit als getrocknet bei stärkster Vergrösserung und schiefer Beleuchtung betrachtet, zeigte die dünne Kieselhülle keinerlei Oberflächenzeichnung oder sonstige Differenzirung. Ob das enge Loch, durch welches die nackte Spore oder Keimcytode aus ihrer Kieselhülle hervortritt, praexistirt, oder erst vor dem Durchbruch von dem Plasma (durch Auflösung der Kieselhülle an der Spitze) gebildet wird, ob dieses Loch an beiden Enden der spindelförmigen Sporenmembran oder nur an einem Ende, und ob es in letzterem Falle an inneren (centralen) oder äusseren (peripherischen) Ende der radial gestellten Kieselspindel sich findet, vermochte ich nicht zu entscheiden.

Ein paar Stunden, nachdem der Plasmakörper des *Myxastrum* aus seiner spindelförmigen Kieselhülle hervorgeschlüpft ist, bleibt er regungslos als nackte Plasmakugel vor der leeren Hülle liegen. Dann wird seine gesammte, bisher glatte Oberfläche feinstachelig (Fig. 21). Diese Stacheln sind weiter Nichts, als radiale Fortsätze des Plasma, welche sich allmählich länger ausziehen und schliesslich den Durchmesser der centralen Plasmakugel erreichen und selbst übertreffen (Fig. 22). Bald bemerkt man nun auch, dass die Körnchen der centralen Sarcodemasse in diese strahligen Pseudopodien übergehen, und dass dasselbe Spiel der Körnchencirculation beginnt, wie ich es oben an dem erwachsenen *Myxastrum* beschrieben habe. Auch bleiben nun schon kleine fremde Körperchen, welche zufällig mit den Pseudopodien in Berührung kamen, an diesen hängen, und werden langsam in die centrale Leibesmasse hineingezogen, um dort assimiliert zu werden. Offenbar liegt nun in diesen kleinen Strahlenkugeln von 0,08 Mm. Durchmesser bereits die Form des 30—50 mal grösseren ausgebildeten *Myxastrum* vor, und letztere kann sich durch einfaches Wachsthum aus der ersteren entwickeln. Besondere Differenzirungsprocesse oder überhaupt andere Veränderungen als das einfachste Wachsthum sind dazu nicht mehr nöthig. An einzelnen der kleinen actinophrysähnlichen Keime, welche Nahrung aufgenommen hatten, waren auch bereits hier und da spärliche Verästelungen und Anastomosen der radialen Pseudopodien wahrzunehmen. Dagegen kamen ebenso wie bei dem erwachsenen *Myxastrum* weder Vacuolenbildung noch Differenzirung von Kernen in dem durchaus homogenen Plasmakörper vor.

Unter natürlichen Verhältnissen bleibt das encystirte *Myxastrum* wahrscheinlich lange Zeit liegen, ehe seine Cystenmembran aufgelöst oder gesprengt, und damit der erste Anlass zur weiteren Entwicklung der spindelförmigen Kieselsporen gegeben wird. Offenbar wäre auch bei den beobachteten Cysten diese Entwicklung noch nicht eingetreten, wenn ich nicht künstlich die Cystenhülle gesprengt hätte.

Myxastrum radians ist, wie aus der vorhergehenden vollständigen Schilderung seines Generationscyclus oder seines individuellen (biontischen) Entwicklungskreises hervorgeht, ein Moner, welches gleich den *Protomyxen*, *Protomonaden* und *Vampyrellen* während seines individuellen Lebenslaufes in zwei ganz verschiedenen Zuständen erscheint, einem ruhenden und einem freibeweglichen Zustande. Im freibeweglichen Zustande, während dessen die Ernährung geschieht, gleicht *Myxastrum* sehr einer echten *Actinophrys* (sol) und unterscheidet sich wesentlich nur durch Mangel jeder Vacuolenbildung. Im ruhenden Zustande dagegen, während dessen die

Fortpflanzung stattfindet, stellt *Myxastrum* eine kugelige Cyste dar, deren homogener Plasmahalt durch Strahltheilung (Diradiatio)¹⁾ in eine Anzahl von spindelförmigen ruhenden Sporen zerfällt. Jede Spore scheidet eine Kieselhülle aus und gleicht dann einer *Navicula* (ohne Kern!). Wenn der Ruhezustand wieder in den freibeweglichen Zustand übergeht, berstet die Cystenhülle; die Sporen schlüpfen aus ihrer Kieselmembran heraus und gestalten sich sofort wieder zu einem kugeligen strahlenden actinophrysähnlichen Plasmakörper, welcher durch einfaches Wachsthum in die Form des erwachsenen *Myxastrum* übergeht.

II. 3. *Myxodictyum sociale*.

(Hierzu Taf II, Fig. 34—35).

Während meiner Rückreise von den canarischen Inseln verweilte ich in der zweiten Hälfte des März 1867 zehn Tage in der kleinen spanischen Stadt Algesiras, welche Gibraltar gegenüber an dem westlichen Ufer der reizenden Bai von Algesiras liegt. Ich hoffte hier einige von den reichen pelagischen Thierschwärmen anzutreffen, welche zu verschiedenen Zeiten in der Meerenge von Gibraltar beobachtet worden sind. Jedoch zeigte sich von der erwarteten Fülle von Seethieren Nichts, ausser einigen Physalien, Velellen und anderen pelagischen Hydromedusen, trotzdem ich täglich mit meiner Barke die Bai nach allen Richtungen durchsuchte. Auch die Ergebnisse der pelagischen Fischerei mit dem feinen Netz waren sehr dürftig. Der dadurch aufgebrachte Mulder bestand wesentlich aus kleinen Medusen (Eucopiden), und aus grossen Mengen von Noctiluca, von Acanthometren und von polycyttarien Radiolarien (Collozoum, Sphaerouzoum, Collosphaera und Siphonospaera.²⁾

Um die Acanthometren, welche an einigen Tagen ziemlich häufig waren, in ganz unverletztem Zustande zu untersuchen und die Bewegungserscheinungen an ihren Pseudopodien zu verfolgen, schöpfte ich mehrfach unmittelbar mit Gläsern Wasser von der Oberfläche des Meeres, und nachdem dasselbe einige Zeit ruhig gestanden hatte, schöpfte ich wiederum die Oberfläche des im Glase stehenden Wassers mit einem

1) Generelle Morphologie, Vol. II, p. 42, 70.

2) Das merkwürdigste unter den dort gefundenen Polycyttarien war eine Siphonospaera mit verästelten Kieselröhren auf der Oberfläche der kugeligen Gitterschale, welche deshalb *S. cladophora* heissen kann. Eine ähnliche Form hatte ich schon auf den canarischen Inseln beobachtet. Ich werde diese und die übrigen dort beobachteten Radiolarien an einem anderen Orte ausführlich beschreiben.

flachen, ganz untergetauchten Uhrgläschen ab. Diese Methode, welche allerdings einige Geduld und Vorsicht erfordert, ist sehr zu empfehlen, wenn man die Sarcodebewegung an den Pseudopodien kleiner Radiolarien und die wirkliche Körnchenbewegung in den Sarcodeströmen an ganz unberührten, unverletzten und frischen Objecten beobachten will. Neben mehreren Acanthometren und Ommatiden, welche ich auf diese Weise erhielt, führte mir ein günstiger Zufall auch das merkwürdige rhizopodenartige Moner zu, welches ich im Folgenden als *Myxodictyum sociale* beschreiben will.

Als ich bei mässiger Vergrösserung den Focus des Mikroskops auf die Oberfläche des Wasserspiegels einstellte, auf welcher die Acanthometren flottirten, bemerkte ich eine Gruppe von kleinen dicht beisammen liegenden rundlichen strahlenden Körperchen, deren jedes wie eine kleine Actinophrys aussah. Bei 400 maliger Vergrösserung zeigte diese Gruppe das Bild, welches in Fig. 31 dargestellt ist.

Auf einem Stück des Wasserspiegels, der ungefähr einem Kreise von 0,35 Mm. Durchmesser entsprach, zeigte sich eine Gruppe von sieben durchsichtigen feinpunctirten strahlenden Körperchen, deren jedes ungefähr das Aussehen einer flach ausgebreiteten Actinophrys sol oder eines Trichodiscus hatte. Jedes Körperchen strahlte zahlreiche feine verästelte und anastomosirende Fäden aus, welche mit denen der benachbarten Körperchen sich vereinigten. An den Fäden war die charakteristische Körnchenströmung, das Entstehen und Vergehen von Aesten und Anastomosen zu beobachten, welche die Pseudopodien der echten Rhizopoden auszeichnen, und die Körnchenströmung ging von einem Körperchen auf die anderen über (Fig. 31).

Jedes einzelne von den sieben auf diese Weise verbundenen actinophrysähnlichen Körperchen stellte eine vollkommen structurlose Scheibe von 0,03—0,04 Mm. Durchmesser dar, und war von den benachbarten durch einen ebenso grossen oder höchstens zwei bis dreimal so grossen Zwischenraum getrennt. Jedes Körperchen erschien in seiner ganzen Masse aus einer durch und durch homogenen Substanz gebildet, einem festflüssigen Plasma, welches sich ganz wie die Sarcode der *Protomyxa* oder der Radiolarien verhielt. Von irgend welcher Structur oder Differenzirung war in diesem schleimigen Eiweisskörper so wenig als bei *Protomyxa* eine Spur wahrzunehmen; namentlich fehlte völlig ein Unterschied zwischen einer festeren Rindenschicht und einem weichen Markplasma; Vacuolen schienen ganz zu fehlen. Die sehr feinen, grösstentheils unmessbar feinen Körnchen, welche in der vollkommen homogenen Grundsubstanz zerstreut waren, befanden sich fast beständig in langsamer Bewegung. Einige eingestreute grössere Körnchen liessen sich

sehr schön auf ihrer Wanderung durch die Masse des Körpers hindurch, auf den Pseudopodien, ihren Zweigen und Anastomosen, und von einem Körperchen zum anderen verfolgen. Die Strömung der Sarcode war ziemlich langsam, bei weitem nicht so rasch, als bei *Protomyxa* und bei *Protogenes*, aber auch nicht so langsam, als bei *Myxastrum*. Man konnte ganz deutlich sehen, wie die grösseren Körnchen auf einzelnen Pseudopodien der in der Peripherie gelegenen Körperchen von der Plasmaströmung bis zur Spitze der äusserst feinen Fäden geführt wurden, hier umkehrten und wieder zurückliefen oder durch eine plattenförmige Anastomose auf einen anderen benachbarten Faden übertraten. Führte dieser Faden durch Anastomose mit dem Faden eines benachbarten Körperchens in die Substanz des letzteren hinüber, so konnte man das Körnchen in diese übertreten sehen. Von hier konnte dasselbe wieder auf ein anderes Körperchen übergehen und so fort. Kurz es stellte sich bei andauernder Beobachtung als unzweifelhaft heraus, dass der ganze zusammenhängende Plasmakörper aus einem einzigen grossen, völlig homogenen Sarcodenetz bestand, und dass die siebzehn einzelnen strahlenden Plasmakörperchen gewissermassen nur stärkere Anhäufungen von Sarcodemasse in den Knotenpunkten dieses Netzes waren. Die Maschen des Netzes waren polygonal, meistens fünf- oder sechseckig, von 0,01—0,02 Mm. mittlerem Durchmesser, übrigens ganz formunbeständig. Während einzelne Pseudopodien neue Aestchen aussendeten und diese durch Verschmelzung mit benachbarten Fäden wahre Anastomosen bildeten, wurden an anderen Stellen grössere Maschen dadurch hergestellt, dass der Sarcodezufluss von einzelnen Fäden her aufhörte, und nun mitten im Verlaufe eines Stromes eine Unterbrechung entstand. Der centrale Theil eines solchen unterbrochenen, gleichsam durchschnittenen Fadens wurde in die sich verdickende Basis desselben zurückgezogen, wogegen der peripherische Theil in das Stromgebiet des benachbarten Fadens hinüber gezogen wurde. Neben den feinen Körnchen circulirten entlang der Fäden auch kleine fremde Körperchen, welche zufällig an die Oberfläche der Fäden geriethen, hier haften blieben und nun von der Sarcodeströmung ergriffen und mit fortgeführt wurden. Dass die Sarcode thatsächlich eine festflüssige Substanz ist, und dass die in derselben suspendirten Körnchen und fremden Körperchen wirklich von dem flüssigen und ewig wechselnden Plasmastrome mit fortgeführt werden, liess sich bei *Myxodictyum* ebenso sicher als bei *Protogenes* und bei den echten Rhizopoden (*Acyttarien* und *Radiolarien*) beobachten.

Aller Wahrscheinlichkeit nach geschieht auch die Nahrungsaufnahme bei *Myxodictyum* ganz ebenso wie bei den letztgenannten

Protisten. Allerdings waren bei dem einzigen Exemplare, welches ich in Algesiras beobachtete, und welches ich nur einige Stunden verfolgen konnte, keine grösseren fremden Körperchen, wie etwa pelagische Diatomeen, Peridinen etc. innerhalb der Plasmasubstanz wahrzunehmen. Allein auch bei echten Rhizopoden, sowie bei *Protogenes* und *Myxastrum* fehlen bisweilen, selbst wenn kurz vorher reichliche Nahrungsaufnahme stattgefunden, alle fremden Körperchen, sobald nämlich die unverdaulichen Bestandtheile bereits wieder ausgestossen sind. Die grosse Anzahl der circulirenden Körnchen in dem Plasmaleibe von *Myxodictyum* schien auf reichliche, kurz zuvor stattgehabte Nahrungsaufnahme hinzudeuten, und es ist kein Grund vorhanden, die genannten Phänomene hier anders, als bei *Myxastrum*, bei *Protomyxa* und den echten Rhizopoden zu deuten.

Das Bild, welches der merkwürdige netzförmige Sarcodelleib von *Myxodictyum sociale* bei starker (400 maliger) Vergrösserung gewährt (Fig. 34), erinnert auffallend an das ganz ähnliche Bild, welches ein Polycyttar oder sociales Radiolar (z. B. *Collozoum*, *Collosphaera*) bei schwächerer Vergrösserung darbietet.¹⁾ Die siebzehn einzelnen strahlenden Sarcodescheiben, welche in den Maschen des Netzes liegen, entsprechen den einzelnen Centralkapseln (morphologischen Individuen) der Polycyttarien-Colonie. Man denke sich aus einem *Collozoum*-Stocke die Centralkapseln, die Alveolen, welche das Sarcodenetz tragen, und die gelben Zellen, welche darin zerstreut sind, entfernt, und man hat vollständig das Bild des *Myxodictyum* vor sich.

Für die morphologische Deutung des *Myxodictyum* ist diese Vergleichung von Wichtigkeit. Denn offenbar entspricht der ganze Körper nicht einem einzigen einfachsten Individuum, sondern einer Moneren-Colonie. Die siebzehn einzelnen, sternförmigen und strahlenden actinophrysähnlichen Plasmakörperchen sind ebenso viele morphologische Individuen erster Ordnung, und das ganze Plasmanetz ist trotz seiner absoluten Einfachheit bereits eine Individualität höherer (zweiter) Ordnung. Es ist gewissermassen eine coloniebildende Actinophrys oder *Protogenes*. Strenger morphologisch ausgedrückt ist jeder der siebzehn nackten homogenen Plasmasterne eine Gymnocytoide, und der ganze Körper ein einfachstes Individuum zweiter Ord-

1) Vergleiche die Abbildungen von *Sphaerouzoum italicum* (Taf. XXXIII, Fig. 4) und von *Collozoum inermis* (Taf. XXXV, Fig. 13) in meiner Monographie der Radiolarien.

nung oder ein Organ (diesen Ausdruck rein morphologisch genommen, wie ich ihn in meiner Tectologie angewandt habe).

Da ähnliche Moneren-Colonien bisher noch nicht bekannt geworden sind, so wäre es von hohem Interesse gewesen das *Myxodictyum* längere Zeit hindurch zu beobachten und namentlich die Fortpflanzungsweise, sowie einen etwaigen Uebergang in einen Ruhezustand, oder möglicherweise auch in einen anderen Organismus festzustellen. Leider war es mir nicht möglich, hierüber in wünschenswerther Weise sichere Aufschlüsse zu erlangen. Doch beobachtete ich während der wenigen Stunden, in denen sich das *Myxodictyum* in meinem Glase befand, wenigstens eine Veränderung.

Nachdem ich die in Fig. 31 abgebildete Zeichnung von *Myxodictyum* entworfen und die Bewegungsphänomene der Sarcode hinreichend beobachtet hatte, um ihre Identität mit derjenigen der Rhizopoden festzustellen, setzte ich das Gläschen bei Seite, um einige Acanthometren, die ich gleichzeitig gefangen hatte, zu zeichnen. Drei Stunden später brachte ich das Uhrschälchen mit dem *Myxodictyum* wieder unter das Mikroskop. Immer noch lag das Schleimnetz in der vorhin beschriebenen Form an der Oberfläche des Wasserspiegels, und die langsame Strömung der Sarcode dauerte ununterbrochen fort. Nur hatten sich die einzelnen actinophrysartigen Körper etwas weiter von einander entfernt, etwa um das Dreifache bis Vierfache ihres Durchmessers; die Maschen des Netzes erschienen grösser und der Umriss der ganzen Gruppe, welcher vorher nahezu kreisrund gewesen war, mehr unregelmässig fünfeckig, zugleich in einer Richtung etwas verlängert. Bei genauerem Zusehen bemerkte ich, dass nur noch fünfzehn Individuen in dem Netze vorhanden waren. Zuerst vermuthete ich, dass vielleicht die zwei fehlenden Individuen mit zweien von den übrigen zusammengefloßen und verschmolzen seien. Jedoch stellte sich bei Durchmusterung des ganzen Schälchens bald heraus, dass dieselben sich einzeln von der Colonie abgelöst hatten, und isolirt am Rande des Uhrgläschens auf dem Wasserspiegel schwammen. Jedes der beiden Körperchen hatte einen fast kreisrunden Umriss, strahlte rings einen reichen Kranz von verästelten und anastomosirenden Pseudopodien aus, und glich einer *Actinophrys* sol ohne contractile Blase (Fig. 33).

Möglicherweise giebt diese Beobachtung einen Fingerzeig über die Fortpflanzung des *Myxodictyum*. Es ist denkbar, dass diese Moneren-Stöcke sich einfach dadurch fortpflanzen, dass von Zeit zu Zeit sich einzelne Individuen von der Peripherie der Moneren-Gemeinde ablösen. Diese können dann eine neue Colonie entweder dadurch bilden, dass das einfache Individuum durch Theilung in mehrere zerfällt, welche

mittelst ihrer Pseudopodien-Anastomosen vereinigt bleiben; oder dadurch, dass an einzelnen Stellen (Knotenpunkten) des peripherischen Netzes ein stärkerer Zufluss und eine Anhäufung von Sarcode erfolgt, und dass diese peripherischen Plasmaklumpchen sich allmählich centralisiren und den individuellen Formwerth des centralen Mutterkörpers erlangen. So kann die Fortpflanzung dieser Myxodictyen in der einfachsten Weise erfolgen, ohne dass Ruhezustände einzutreten brauchen, und dann würde sich diese Monerenform unmittelbar an Protogenes anschliessen.

Andererseits ist es jedoch auch leicht möglich, dass die Ablösung der beiden Individuen von dem beobachteten Netze mehr zufällig geschah und nicht die Bedeutung eines Fortpflanzungsactes hatte. Leider konnte ich das merkwürdige Moner nicht weiter verfolgen. Denn bei dem Versuche, dasselbe aus dem flachen Uhrschildchen, in welchem es sehr unbequem mit stärkerer Vergrößerung zu beobachten war, auf einen passenderen Objectträger zu übertragen, floss unglücklicherweise ein grosser Theil des Wassers sammt dem Myxodictyum am Rande ab, und das Unicum verunglückte. Es muss daher künftigen Beobachtern vorbehalten bleiben, die Naturgeschichte dieses wunderbaren Organismus vollständiger zu ergründen.

II. 4. *Protamoeba primitiva*.

(Hierzu Taf. II, Fig. 25—30).

Von den echten Amoeben (den Autamoeben) welche stets einen Kern und meistens auch eine Vacuole oder selbst eine constante contractile Blase besitzen, sind diejenigen amoebenartigen Organismen wohl zu unterscheiden, bei denen sowohl Kern als contractile Blase fehlen, und bei denen der ganze Körper aus einer vollkommen homogenen und structurlosen Masse besteht. Solche absolut einfache Amoeben, die einfachsten, die überhaupt denkbar sind, treten z. B. als vorübergehende Jugendzustände im Entwicklungskreise der Gregarinen auf, in deren Navicula-ähnlichen Keimkörnern, den sogenannten Pseudonavicellen sie sich entwickeln. Aber auch als selbstständige, in dieser einfachsten Form verharrende und sich fortpflanzende Organismen, — wenn man will, als »gute Species« — treten solche ganz einfache Amoeben auf, und ich habe in meiner generellen Morphologie vorgeschlagen, dieselben als »*Protamoeba*« ganz von den echten, offenbar schon viel höher differenzirten Amoeben zu trennen (Vol. I, p. 133). Da ich an letzterem Orte diese *Protamoeba* nur beiläufig erwähnt und ausserdem noch Nichts über dieselbe veröffentlicht habe, so will ich hier,

im Anschluss an die vorher beschriebenen Moneren, eine kurze Darstellung derselben folgen lassen.

Die in Fig. 25—30 abgebildete *Protamoeba primitiva* beobachtete ich zum ersten Male in Jena im Sommer 1863, in Wasser, welches ich aus einem kleinen Tümpel im Tautenburger Forste (Dornburg gegenüber auf dem rechten Saalufer) geholt hatte. Der Boden dieses flachen kleinen Tümpels ist dicht mit abgefallenem vermodernenden Buchenlaub bedeckt und in dem feinen braunen Schlamm, zwischen den vermodernenden Blättern, fand ich die kleine *Protamoeba*, das erste Moner, welches mir überhaupt zu Gesicht kam.

Wenn man *Protamoeba primitiva* unmittelbar aus dem feinen Schlamm, in welchem sie umherkriecht, unter das Mikroskop bringt und somit energischer Lichteinwirkung aussetzt, so erscheint sie gewöhnlich als eine vollkommen homogene Plasmakugel von 0,03—0,04 Mm. Durchmesser. Nach einiger Zeit beginnt sich diese Kugel langsam abzuflachen; ihr Durchmesser nimmt zu (bis zu 0,06 Mm.) und gleichzeitig wird ihr kreisrunder Umriss unregelmässig. Bald beginnt dann an einer, bald gleichzeitig an mehreren Stellen ein stumpfer, kegel- oder warzenförmiger Fortsatz vorzutreten. Indem dieser sich verlängert, streckt, und einen Theil der übrigen Leibesmasse nach sich zieht, geht der unregelmässig rundliche Umriss in einen birnförmigen über, oder, wenn mehrere Pseudopodien zugleich vortreten, in einen sternförmigen. Selten waren mehr als fünf oder sechs warzenförmige Fortsätze im Umkreise des scheibenförmig abgeplatteten Körpers zu sehen. Die Fortsätze oder Pseudopodien bleiben immer kurz und einfach. Höchstens erreicht ihre Länge ungefähr den Durchmesser des übrigen Körpers. Niemals verästeln sie sich; niemals verschmelzen zwei benachbarte Pseudopodien mit einander (Fig. 25, 26). Die Bewegungen der *Protamoeba primitiva*, das Ausstrecken und Einziehen der an Zahl, Form und Grösse beständig wechselnden, obwohl immer einfachen Fortsätze geschieht sehr langsam. Sie unterscheidet sich dadurch wesentlich von der, von AUERBACH¹⁾ beschriebenen *Amoeba limax*, welche ihr im Uebrigen von allen bekannten Amoebenformen am ähnlichsten ist, (abgesehen natürlich vom Mangel des Kerns und der contractilen Blase).

Der ganze Körper der *Protamoeba primitiva* ist absolut structurlos und homogen. Namentlich ist eine Differenzirung in eine dichtere äussere und eine weichere innere Sarcodemasse nicht vorhanden.

¹⁾ AUERBACH, Ueber die Einzelligkeit der Amoeben. Zeitschr. für wiss. Zool. 1856, Vol. VII, p. 412, Taf. XXII, Fig. 44—46.

Bei den meisten, vielleicht bei allen echten Amoeben ist eine solche Differenzirung wahrnehmbar. Man kann gewöhnlich leicht die festere, äussere, homogene, nicht körnige Rindenschicht (*Ectosark*) von dem dünner flüssigen, körnchenreichen Innenparenchym (*Endosark*) unterscheiden. Bald gehen diese beiden Schichten unmerklich in einander über, indem das *Ectosark* schichtenweise nach innen immer weicher und flüssiger wird; bald erscheinen beide ziemlich scharf geschieden, so dass man selbst die äussere als Membran bezeichnen kann (*AUERBACH*). Bei den *Protamoeben* ist von dieser Sonderung des Plasma in *Ectosark* und *Endosark* durchaus Nichts wahrzunehmen, auch nicht bei der Behandlung mit chemischen Reagentien. Der ganze Leib ist vielmehr aus einer und derselben gleichartigen Substanz gebildet, welche ziemlich zähflüssig und dicht ist, und die gewöhnlichen mikrochemischen Reactionen des Eiweisses (*Plasma*) liefert.

Bei einigen *Protamoeben* ist die *Sarcodemasse* des Körpers ganz klar und hyalin, bei anderen dagegen durch eine grössere oder geringere Anzahl von farblosen, dunkeln, fettglänzenden Körnchen getrübt, welche in Essigsäure unlöslich sind. Die meisten dieser Körnchen sind sehr fein, wenige gröber und von messbarer Dicke. Die wechselnde Zahl und Grösse der Körnchen, der völlige Mangel bei den einen, der Ueberfluss daran bei den andern Individuen ist wahrscheinlich, wie bei den übrigen Moneren und bei den *Rhizopoden*, von dem Stoffwechsel, von der grösseren oder geringeren Menge der aufgenommenen Nahrung und der assimilirten Bestandtheile abhängig.

Die Nahrungsaufnahme unmittelbar durch die *Pseudopodien* zu beobachten, gelang mir bei *Protamoeba* nicht. Dagegen konnte ich experimentell das Eindringen fester Körperchen in ihren homogenen *Sarcodelib* nachweisen, indem ich ein wenig sehr fein zertheilten Indigo dem umgebenden Wasser zusetzte. Einige Stunden später hatten zahlreiche *Protamoeben* einzelne oder mehrere Indigokörnchen in ihr Inneres aufgenommen. Wahrscheinlich waren auch die oben erwähnten feinen Körnchen, wenigstens zum Theil, ebenso aus dem umgebenden feinen Schlamm in das Innere des Körpers eingedrungen. Jedenfalls erfolgt die Aufnahme dieser festen Körperchen ebenso wie bei den echten Amoeben und wie bei den amoebenartigen Blutzellen der Thiere, vermittelt der eigenthümlichen Bewegung der *Pseudopodien*, ohne dass irgend eine bleibende Oeffnung oder Höhlung in der soliden Schleimmasse des Körpers vorhanden wäre.

Schon als ich 1863 die *Protamoeba* zum ersten Male beobachtete, schloss ich auf eine einfache Vermehrung derselben durch Theilung, da die Zahl der in einem kleinen Gläschen gehaltenen Individuen

innerhalb weniger Tage sich auffallend vermehrte, ohne dass irgend welche Veränderungen oder der Uebergang in einen Ruhezustand an diesen einfachsten Organismen wäre zu beobachten gewesen. Als ich zwei Jahre später in demselben Gewässer bei Jena die *Protamoeba* nochmals fand, versuchte ich durch anhaltende Beobachtung einzelner Individuen die Art und Weise der Vermehrung unmittelbar festzustellen, und dies gelang in der That. Mehrere *Protamoeben* zeigten in der Mitte ihres Körpers eine flachere oder tiefere Einschnürung, so dass derselbe mehr oder weniger biscuitförmig wurde (Fig. 27). Die Einschnürung blieb dauernd, unbeschadet der Formveränderungen, welche jede der beiden Körperhälften ausführte; sie wurde zusehends tiefer (Fig. 28, 29). Endlich gelang es mir bei zwei Individuen, welche ich lange Zeit andauernd verfolgt hatte, den wirklichen Durchbruch der eingeschnürten Stelle und die völlige Trennung der beiden Theilungshälften unmittelbar zu constatiren (Fig. 30 A, B). Jede Hälfte rundete sich alsbald ab und setzte dann die früheren langsamen Bewegungen ununterbrochen fort. Es war also nun hier bei der *Protamoeba* die einfachste Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, die durch Theilung, constatirt, und zwar ohne dass ein Ruhezustand eingetreten wäre. Offenbar dürften gleiche Moneren, wie die *Protamoeba primitiva*, bei der Hypothese der Archigonie oder Urzeugung in erster Linie in Betracht zu ziehen sein.

III. Bemerkungen zur Protoplasma-Theorie.

Die so eben beschriebenen Moneren, *Protomyxa*, *Myxastrum*, *Myxodictyum*, *Protamoeba*, ebenso der früher (l. c.) von mir beschriebene *Protogenes*, und die von CIENKOWSKI beobachteten *Protomonas* und *Vampyrella* stimmen sämmtlich darin überein, dass ihr gesammter Körper im vollkommen ausgebildeten und frei beweglichen Zustande aus einer vollkommen structurlosen, durch und durch homogenen Substanz besteht. Diese Substanz zeigt in jeder chemischen und physikalischen Beziehung die Eigenschaften einer festflüssigen Kohlenstoffverbindung aus der Gruppe der Albumine oder Eiweisskörper (Proteine). Sie ist identisch mit der Substanz, welche als Plasma oder Protoplasma den contractilen lebendigen Körper aller organischen Plastiden, aller Zellen und Cytoden von Thieren, Protisten und Pflanzen bildet. Zum Unterschiede von dem eingekapselten, in Zellmembranen oder Cytodenschläuche eingeschlossenen Protoplasma kann man das freie, ohne schützende Hülle mit der umgebenden Aussenwelt in Berührung stehende Plasma mit dem von DUJARDIN dafür gebrauchten

Namen *Sarcod*e belegen. Nur darf man dann nicht vergessen, dass die nackte *Sarcod*e wesentlich dieselben Eigenschaften besitzt, wie das umhüllte Protoplasma, und dass zum Beispiel bei den oben beschriebenen *Protomyxen* und *Myxastren*, und ebenso bei den *Protomonaden* und *Vampyrellen* die *Sarcod*e in Protoplasma umgetauft werden muss, sobald sich jene *Moneren* encystiren und mit einer Hüllmembran umgeben, sobald die *Gymnoplastiden* in *Lepoplastiden* übergehen.

In der unbestreitbaren Thatsache, dass bei den oben erwähnten Organismen wirklich der ganze Körper (in vollkommen ausgebildetem Zustande!) einzig und allein aus festflüssigem structurlosem Protoplasma besteht, und dass diese einzige homogene Materie, als das active Substrat aller Lebensbewegung, ohne Mitwirkung anderer Theile, alle wesentlichen Lebensthätigkeiten: Ernährung und Fortpflanzung, Bewegung und Reizbarkeit, vollzieht, erblicke ich Grund genug zu dem in meiner generellen Morphologie gethanen Schritt, diese Organismen als *Moneren* allen übrigen entgegenzustellen. Denn offenbar stehen dieselben unter allen Organismen auf der tiefsten Stufe, und stellen nicht nur den thatsächlich einfachsten, sondern auch den denkbar einfachsten Zustand der selbstständig lebenden Materie dar. Wie nun aber einerseits diese merkwürdigen *Moneren* an sich vom höchsten Interesse sind, so verdienen sie andererseits die allgemeinste Theilnahme durch die unschätzbare Bedeutung, welche sie für eine mechanische Erklärung der Lebenserscheinungen, und für eine monistische Erklärung der gesamten organischen Natur überhaupt besitzen.

Als eine der grössten und folgenreichsten Errungenschaften der neueren Biologie darf wohl die Protoplasmatheorie oder *Sarcodetheorie* bezeichnet werden, die Lehre, dass der eiweissartige Inhalt der thierischen und pflanzlichen Zellen, (oder richtiger ihr »Zellstoff«) und die frei bewegliche *Sarcod*e der *Rhizopoden*, *Myxomyceten*, *Protoplasten* etc. identisch sind, und dass hier wie dort diese Albuminmaterie das ursprüngliche active Substrat aller Lebenserscheinungen ist.

Nachdem diese Lehre in ihren Grundzügen schon 1850 von COHN¹⁾ und 1855 von UNGER²⁾ angedeutet wurde, ist sie von MAX SCHULTZE 1858 weiter ausgeführt und endlich 1860 vollständig begründet worden.³⁾

1) F. COHN, Nachträge zur Naturgeschichte des *Protococcus pluvialis*. Nova Acta Ac. Leop. Carol. Vol. XXII, pars 2, p. 605. 1850.

2) UNGER, Anatomie und Physiologie der Pflanzen 1855. (p. 280, 282).

3) MAX SCHULTZE, »Ueber innere Bewegungs-Erscheinungen bei Diatomeen,« in Müller's Archiv, 1858, p. 330.

Ich selbst war seit einer Reihe von Jahren bemüht, durch zahlreiche Beobachtungen diese Theorie zu stützen und zu erweitern.¹⁾ Durch keine Erscheinungen wird die Richtigkeit dieser Theorie in so hohem Maasse und zugleich auf eine so einfache und unwiderlegliche Art bewiesen, als durch die Lebenserscheinungen der Moneren, durch die Vorgänge ihrer Ernährung und Fortpflanzung, Reizbarkeit und Bewegung, welche sämmtlich von einer und derselben einfachsten Substanz, einem wahren »Urschleime« ausgehen.

Die Protoplasmatheorie dürfte heutzutage beinahe als allgemein anerkannt angesehen werden, wenn nicht seit sechs Jahren von einer Seite her beständig energischer Widerspruch gegen diese »Irrlehre« erhoben worden wäre. Da keinerlei irgend beweiskräftige Gründe gegen dieselbe jenen Widerspruch rechtfertigen, so würden wir denselben hier auf sich beruhen lassen, wenn nicht die äusserliche Autorität seines Trägers ihm eine scheinbare Bedeutung beilegte, und wenn nicht zufällig, gerade während ich dieses schreibe, eine ausführliche Abhandlung zur vollständigen Widerlegung der »Irrlehre von der Sarcode« veröffentlicht würde.

Der Berliner Professor der menschlichen Anatomie, REICHERT, welcher 1858 durch einen wunderlichen Zufall zum Nachfolger des unsterblichen JOHANNES MUELLER berufen wurde, versuchte seit 1862 in einer Reihe von Aufsätzen nicht allein die Protoplasmatheorie umzustürzen, sondern auch alle dieselbe stützenden bisherigen Beobachtungen über die Sarcodebewegung der Rhizopoden als grobe Irrthümer nachzuweisen. Die Strömungen der Protoplasmafäden sollten Contractionswellen solider Fasern und die von der Strömung fortgeführten Körnchen sollten »hüpfende Schlingen« jener Fasern sein. Verästelung und Anastomosenbildung der Pseudopodien sollten niemals vorkommen, sondern nur als »wunderbar mikroskopische Trugbilder die Phantasie der Beobachter ergötzt« haben u. s. w.

Diese seltsamen Behauptungen wurden von REICHERT mit der grössten Bestimmtheit aufgestellt, nachdem derselbe kaum einige Wochen

MAX SCHULTZE, Ueber Cornuspira (Archiv für Naturgesch. 1860, p. 287).

Derselbe, Ueber Muskelkörperchen und das was man eine Zelle zu nennen habe. Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv, 1864. p. 4.

Derselbe, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig, 1863.

1) ERNST HAECKEL, Monographie der Radiolarien. Berlin, 1862. p. 89—116.

Derselbe, Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden, in Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. XV. Bd., 1865. p. 342, Taf. XXVI.

Derselbe, Generelle Morphologie der Organismen, Vol. I, p. 269—289.

hindurch in Triest »eine nicht näher bestimmte Species von Miliola und Rotalia« untersucht hatte. Und darauf hin erklärte derselbe, dass alle bisherigen Beobachter der Rhizopoden sich betreffs deren Organisation im grössten Irrthum befunden hätten! Unter diesen Beobachtern befinden sich in erster Linie DUJARDIN, MAX SCHULTZE, HUXLEY, CLAPARÈDE, KROHN, JOHANNES MÜLLER, Naturforscher von anerkanntem Ruf, welche sich mit der Beobachtung der Rhizopoden monatelang, zum Theil jahrelang beschäftigt hatten. Und diese alle sollen also »durch ein wunderbares Naturspiel« auf das Gröbste getäuscht sein«!

In meinem Aufsatze »über den Sarcodekörper der Rhizopoden« habe ich die vollständige Nichtigkeit von REICHERT's Behauptungen und die Verkehrtheit seiner Darstellungen klar dargelegt und zugleich die historischen Verhältnisse dieses seltsamen Conflictes auseinander gesetzt.¹⁾ Indessen hat sich dadurch REICHERT nicht abschrecken lassen, seine Publicationen über diesen Gegenstand fortzusetzen, und in einem Aufsatze »über die contractile Substanz« in eigenthümlicher Weise zu metamorphosiren.²⁾ Durch welche Verstösse und Verdrehungen sich diese angebliche Rechtfertigung (in der That aber Umgestaltung) seiner früheren Ansichten auszeichnet, hat bereits MAX SCHULTZE in seinem Aufsatze »Reichert und die Gromien« gezeigt.³⁾

Soeben erscheint nun eine umfangreiche Abhandlung von REICHERT »über die contractile Substanz (Sarcode, Protoplasma) und ihre Bewegungs-Erscheinungen«,⁴⁾ welche die letzterwähnte Publication weiter ausführt, und welche zu den erstaunlichsten Erzeugnissen der neueren zoologischen Literatur gehört. Man glaubt sich beim Lesen derselben ungefähr um ein halbes Jahrhundert zurückversetzt. Unter Anderen werden den Coelenteraten die Epithelialzellen abgesprochen und die beiden epithelialen Bildungshäute (Ectoderm und Entoderm) aus denen nach den übereinstimmenden Beobachtungen aller neueren Naturforscher die Coelenteraten sich entwickeln, rundweg geleugnet! Sodann wird noch immer mit der grössten Hartnäckigkeit die Existenz von nackten, membranlosen Zellen geleugnet, obwohl nun schon seit vielen Jahren so zahlreiche Beobachtungen jene bestrittene Existenz bezeugen, dass der nackte (kernhaltige) Plasma-klumpen als der ursprüngliche Zustand der allermeisten Zellen angesehen werden kann und die Membran immer erst als secundäre Bildung

1) Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. XV, 1865, p. 342.

2) Monatsberichte der Berlin. Akad. 1865, p. 494.

3) MAX SCHULTZE, Archiv für mikrosk. Anat. Vol. II, 1866, p. 140.

4) Abhandl. der Berlin. Akad. 1867, p. 151—293.

erscheint. Ferner ist dazwischen von »kieselförmigen Geschöpfen« (wahrscheinlich Diatomeen?) die Rede¹⁾ u. s. w. Alle diese Ungeheuerlichkeiten berühren uns hier nicht, wohl aber die Art und Weise, in welcher REICHERT das Hauptthema behandelt und die Sarcodetheorie verdreht; diese verlangt hier nothwendig eine entschiedene Abfertigung. Ich will mich dabei möglichst kurz fassen und die Hauptpuncte des Streites in den Vordergrund stellen.

In seinen oben erwähnten Aufsätzen, welche »die Irrlehre von der Sarcode klar und unzweideutig an den Tag legen« sollten, concentrirte REICHERT unter den mannichfaltigsten Wendungen seinen vernichtenden Angriff in folgenden Behauptungen: 1) die Pseudopodien sind solide contractile Fäden, welche sich niemals verästeln, 2) diese Fäden verschmelzen niemals mit einander durch wahre Anastomosen, 3) daher können auch niemals die Fäden durch häutige Platten verbunden werden, 4) die Körnchen auf den Pseudopodien sind »Schlingen, welche unter dem Bilde eines Kornes auf der Oberfläche der Fäden hinhüpfen.« Vergleichen wir nun diese einzelnen Behauptungen mit seiner neuesten ausführlichen Arbeit, welche jene in allen Puncten bestätigen soll.

1) Die Verästelung der Pseudopodien. Nach REICHERT's früheren Behauptungen kommt diese niemals vor und die scheinbare Verästelung soll »durch Auf- und Ablösung eines Bündels von Pseudopodien« entstehen. Jetzt behauptet derselbe das Gegentheil, dass nämlich wirkliche Verästelung der Pseudopodien vorkommt, welche durch eine Contractionsbewegung bewirkt werde!!

2) Die Verschmelzung der Pseudopodien. Nach REICHERT's früheren Behauptungen kommt diese niemals vor, und die scheinbare Verschmelzung soll durch Aneinanderlagerung freigewordener Fäden oder scheinbarer Aeste entstehen. Jetzt behauptet derselbe das Gegentheil, dass nämlich wirkliche Verschmelzung der Pseudopodien vorkommt, indem die Pseudopodien »selbst in kürzerer Zeit mit gleichartigen Theilen unter dem Scheine des Zusammenfließens verwachsen«!!

3) Die Plattenbildung der Pseudopodien. Nach REICHERT's früheren Behauptungen kommt diese niemals vor, und die scheinbare Bildung der schwimnhautähnlichen Sarcodeplatten an den anastomosirenden Pseudopodien soll dadurch entstehen, »dass bei den unter einem spitzen Winkel gekreuzten und einander genäherten

4) Ebenso gut als von »kieselförmigen Geschöpfen« könnte man auch von einem »schwefelförmigen Reichert« reden! Beide Ausdrücke wären gleich sinnvoll und für den klaren Geist des Berliner Anatomen bezeichnend.

Pseudopodien, oder richtiger Pseudopodien-Bündeln einzelne in ihnen enthaltene Fäden aus ihrer Lage gerückt und in dem Winkel zur Bildung einer scheinbaren Platte zusammengeschoben werden.« Jetzt behauptet derselbe das Gegentheil, dass nämlich wirkliche Plattenbildung der Pseudopodien vorkommt, und dass die »häutigen Platten der contractilen Substanz in das Sarcodenetz dadurch eingeschoben werden, dass eine Portion contractiler Substanz, aus welcher Pseudopodien entwickelt sind, die Verbindung mit dem übrigen Theile der contractilen Rindenschicht nur durch einen feinen pseudopodienartigen Faden unterhält.«!!

4) Die Körnchenströmung der Pseudopodien. Nach REICHERT's früheren Behauptungen existiren gar keine Körnchen in der Sarcode, und die scheinbaren Körnchen sollen »hüpfende Schlingen der Fäden sein«! Jetzt behauptet derselbe das Gegentheil, dass nämlich wirkliche Körnchen neben den scheinbaren vorkommen, und dass diese letzteren »kleinste warzenartige Erhebungen der contractilen Substanz sind.« Wie MAX SCHULTZE schon 1866 voraussagte, hat also nun wirklich die von REICHERT in Aussicht gestellte Entdeckung der wirklichen Körnchen, die allen Beobachtern der Rhizopoden seit mehr als dreissig Jahren bekannt sind, stattgefunden!!

Wie man sieht, sind REICHERT's neueste Darstellungen in allen Hauptpuncten genau das Gegentheil seiner früheren Behauptungen. Diess hindert ihn jedoch nicht, ganz naiv gleich im Eingange seiner Abhandlung zu behaupten, dass er jetzt für jene die ausführlichen Beweise bringe, und dass er damit die Sarcodetheorie, »welche wie ein Alpdrücken jahrelang auf vielen und namhaften Naturforschern gelastet hat«, vollständig vernichtet habe. In der That, man weiss nicht, worüber man in dieser Abhandlung mehr erstaunen soll, über die unglaubliche Unkenntniss einer Masse von längst bekannten und allgemein anerkannten Thatsachen, oder über die absichtliche Missdeutung und Verdrehung der klarsten Verhältnisse, oder über die dreiste Sophistik, mit welcher die Sachlage des Streites geradezu auf den Kopf gestellt wird, und mit der der Verfasser sich den Anschein giebt, endlich die Thatsachen entdeckt zu haben, welche er früher allen übrigen Beobachtern gegenüber auf das Hartnäckigste leugnete! Für das inductive logische Schlussverfahren REICHERT's ist vielleicht Nichts bezeichnender, als dass seine sämtlichen neuen Beobachtungen, durch die er angeblich die Sarcodetheorie vernichten will (in der That aber sie adoptirt!) auf eine einzige Monothalamie (*Gromia oviformis*) sich beziehen, und dass er dadurch allein die gleiche Beschaffenheit für sämtliche Polythalamien nachgewiesen

haben will! Es wäre ganz eben so logisch, wenn REICHERT behauptete, dass sämtliche Polythalamien eine einkammerige (nicht vielkammerige) Schale besitzen; denn Gromia (eine Monothalamie) besitzt offenbar eine einkammerige Schale! Man könnte auch eben so gut und mit dem gleichen Rechte behaupten, dass allen placentalen Säugethieren die Placenta fehlt. Denn die Beutelthiere haben keine Placenta, und sind doch auch Säugethiere!

Es würde nicht der Mühe lohnen, REICHERT's neuestem Machwerke hier so viele Zeilen zu widmen, wenn nicht zwei Umstände diese energische Verwahrung dringend erheischten. Die Meisten werden geneigt sein, die verworrene Darstellung und die offenbaren Widersprüche der REICHERT'schen Publicationen einfach einer intellectuellen Rückbildung desselben zuzuschreiben. Wenn bloss senile Degeneration seines Gehirns die wirkende Ursache wäre, würde man Mitleid und Schonung mit ihm haben müssen. Diess ist aber keineswegs der Fall. Vielmehr geht durch die ganze Schrift die dreisteste sophistische Verdrehung der Thatsachen, und die sichtlichste Unwahrhaftigkeit hindurch. Nachdem REICHERT eingesehen, in welchen Sumpf er durch seine ersten Mittheilungen über die Sarcode-Bewegung etc. gerathen, sucht er sich dadurch herauszuziehen, dass er den von Anderen längst dargestellten wahren Sachverhalt in neuen möglichst dunkeln Wendungen und schwer fasslichen Ausdrücken wiedergiebt, und ihn als seine neue Entdeckung preist. Dabei scheut er sich z. B. nicht, gleich in einem der ersten Sätze scheinbar JOHANNES MÜLLER als Zeugen für seine Darstellung aufzurufen (p. 151), obgleich bekanntermassen die Beobachtungen und Anschauungen JOHANNES MÜLLER's über den Sarcodekörper der Polythalamien und Radiolarien vollkommen mit denjenigen aller übrigen Autoren seit DUJARDIN übereinstimmen!

Der zweite Punct, gegen welchen von vornherein entschiedener Protest eingelegt werden muss, ist REICHERT's Darstellung von dem »Sarcodekörper« der Hydromedusen, insbesondere der Hydroidpolypen. Nachdem REICHERT mit seinen Untersuchungen auf dem Gebiet der Rhizopoden so kläglich Schiffbruch gelitten, flüchtet er sich auf das Gebiet der Hydromedusen hinüber, und versucht hier gleiche Verwirrung anzurichten. Es klingt fast unglaublich, dass REICHERT hier nicht einmal im Stande ist, die einfachsten, längst bekannten und jederzeit augenblicklich zu demonstrierenden Structurverhältnisse wahrzunehmen, wie z. B. die beiden epithelialen Bildungshäute (Ectoderm und Entoderm), oder die Entwicklung der Nesselkapseln in Epithelialzellen. Dies hindert ihn jedoch nicht, gleich auf der zweiten Seite seiner Untersuchungen über »Campanularien, Sertularien und Hydriden«

die ganze bisherige anatomische Erkenntniss des Hydroiden-Organismus für einen grossen Irrthum zu erklären und auf Grund seiner unglaublich oberflächlichen Untersuchung einiger Hydroid-Polypen folgenden Satz auszusprechen: »Weder die Uebereinstimmung im einfachen Hohlkörperbau des Organismus und wohl noch weniger der gleichartige äussere Habitus und eine gleichartige Bildung der Individuenstöcke dürften unter solchen Umständen die von LEUCKART aufgestellte Thierklasse der Coelenterata in ihrer gegenwärtigen Fassung zu halten im Stande sein«!! Sehr weise setzt REICHERT dann gleich den Satz hinzu: »Ich muss mich des Versuchs enthalten, die Grenzen auch nur anzudeuten, innerhalb welcher voraussichtlich die Sonderung dieser Thierklasse sich vollziehen werde«!!

Der weitere Verlauf von REICHERT's Coelenteraten-Studien lässt sich nach diesem hübschen Anfange und nach Analogie der Polythalamien-Studien bereits im Voraus bezeichnen. Die Monatsberichte und Abhandlungen der Berliner Akademie werden eine Reihe von Aufsätzen bringen, in denen zunächst alle bisherigen Beobachter der Coelenteraten als unfähige und im grössten Irrthum begriffene Beobachter dargestellt werden, deren »Phantasie durch ein wunderbar mikroskopisches Trugbild irre geleitet ist.« Dann zeigt REICHERT, wie sich Alles ganz Anders verhält, als man bisher annahm, nähert sich jedoch allmählich unter dunkeln und versteckten Wendungen und Windungen den von ihm geradezu bestrittenen Darstellungen und reproducirt schliesslich dieselben im neuen Gewande seiner glücklicherweise einzig dastehenden individuellen Ausdrucksweise. Da REICHERT bei den Polythalamien sechs Jahre zu diesem Kreislauf der Vorstellungen brauchte, wird er vermuthlich bei den Coelenteraten, deren wirkliche Structur viel allgemeiner anerkannt ist, mindestens zwölf Jahre nöthig haben, um die »Irrthümer« der anderen Naturforscher schliesslich als seine Entdeckungen auf den Markt zu bringen. Sollte REICHERT also zum Heil der Wissenschaft noch bis zum Jahre 1880 leben, so würde er dann wahrscheinlich zu der heute bereits allgemein anerkannten Vorstellung vom Bau der Coelenteraten gelangt sein! Zufällig habe ich mich in den letzten Jahren anhaltend mit der Untersuchung der feineren Structur der Hydromedusen beschäftigt, und bin daher zu dem Ausspruch berechtigt, dass fast sämtliche neuen Angaben REICHERT's über den Bau der Hydroiden ebenso verkehrt, falsch und werthlos sind, wie seine früheren Angaben über den Bau der Polythalamien.

Man verzeihe die Bitterkeit dieser Polemik und entschuldige sie durch den gerechten Ingrimm, den ich als dankbarer Schüler und warmer Verehrer des grossen JOHANNES MÜLLER empfinden muss, wenn

ich an diese intellectuellen und moralischen Functionen seines unmittelbaren Nachfolgers denke. Wenn durch JOHANNES MÜLLER innerhalb eines Vierteljahrhunderts der anatomische Lehrstuhl der Berliner Universität über alle übrigen erhoben wurde, ist es nun seinem Nachfolger gelungen, innerhalb eines Decenniums ihn in gleichem Maasse zu erniedrigen. Da MÜLLER die lange Reihe seiner glänzenden Arbeiten mit den Rhizopoden geschlossen hatte, dachte REICHERT wahrscheinlich, er müsse da wieder anfangen, wo sein grosser Vorgänger aufgehört hatte, und wurde dabei offenbar von der Hoffnung getragen, ihn baldigst zu überflügeln! Mit welchem Erfolge dies geschah, liegt vor den Augen Aller, welche die einschlagende Literatur kennen und die Objecte selbst in der Natur beobachtet haben!

Die Protoplasmatheorie, welche ich für eine der ersten und wichtigsten Grundlagen einer wahrhaft monistischen, d. h. mechanisch-causalen Erkenntniss der organischen Natur halte, darf seit dieser letzten Wendung ihrer Geschichte als neu befestigt und gekräftigt angesehen werden. Die Vernichtung drohenden Angriffe ihres Gegners sind durch denselben allmählich zu Verdrehungen und zuletzt zu Bestätigungen geworden. Für die wahre Natur der Sarcode aber, als eines wirklich einfachen und structurlosen »Lebensstoffes«, dürfte die Naturgeschichte der vorstehend beschriebenen Moneren weitere directe Beweise liefern.

IV. Begrenzung des Protistenreiches.

Seitdem CHARLES DARWIN die von JEAN LAMARCK und WOLFGANG GOETHE begründete Descendenz-Theorie von dem Scheintode oder richtiger von dem Todtschweigen eines halben Jahrhunderts zu neuem Leben erweckt und durch seine Selections-Theorie auf ein unerschütterliches causal-mechanisches Fundament gestellt hat, ist die Aufgabe der ordnenden Systematik eine ganz andere und eine unendlich höhere geworden. Bisher war in den Händen der meisten Zoologen und Botaniker die Systematik eine wissenschaftliche Spielerei, welche sich an der Formenverwandtschaft der ähnlichen Naturkörper ergötzte, ohne an ihre wirkliche, dieser zu Grunde liegende Blutsverwandtschaft zu denken. Die Hauptbeschäftigung der meisten systematisirenden Naturforscher bildeten endlose und höchst unnütze Streitigkeiten über die Frage, ob diese oder jene Thier- oder Pflanzenform eine »gute« oder »schlechte Art«, eine Subspecies oder Varietät, ein Subgenus oder Genus sei, ohne dass es den grübelnden Gelehrten dabei eingefallen wäre, sich vorher den Umfang und den Inhalt dieser Begriffe klar zu machen.

Jetzt dagegen, wo die Unhaltbarkeit derselben als absoluter, ihr eigentlicher Werth als relativer Begriffe erkannt, wo die »wirkende Ursache« der Formenverwandtschaft in der »Blutsverwandtschaft« entdeckt ist, tritt an die Systematik die ungleich höhere, schwierigere und interessantere Aufgabe, durch die Aufstellung des »natürlichen Systems« den Stammbaum, die Abstammungsverhältnisse der verwandten Gruppen hypothetisch möglichst annähernd festzustellen.

Nirgends stösst diese Aufgabe auf grössere Schwierigkeiten, als bei den niedrigsten und tiefststehenden Organismen. Es ist verhältnissmässig leicht, den Stammbaum der Wirbelthiere mit annähernder Sicherheit festzustellen, wenn man damit die ausserordentlichen Schwierigkeiten vergleicht, die dem Stammbaum der sogenannten Protozoen sich entgegenstellen. Während dort überall bestimmte, hoch und vielseitig differenzirte Organsysteme feste Handhaben darbieten, ist hier Nichts von solchen Organsystemen vorhanden. Während dort längst eine Anzahl von Klassen und Ordnungen als wirkliche natürliche Gruppen anerkannt sind, kann man dies hier von wenigen Gruppen behaupten. Dort ist ein zusammenhängendes und reiches Material durch die Erfahrung von Jahrhunderten angesammelt; hier sind kaum seit ein paar Jahrzehnten lockere Sammlungen von vereinzelter Thatsachen bekannt geworden. Kein Wunder daher, wenn in der Systematik jener niedrigsten Organismen noch heute die grauenhafteste Verwirrung herrscht, und Jeder sich sein eigenes System macht.

Ich habe in meiner generellen Morphologie den Versuch gemacht, in dieses systematische Chaos dadurch einiges Licht zu bringen, dass ich als eine besondere Abtheilung zwischen echte Thiere und echte Pflanzen alle jene zweideutigen Organismen niedrigsten Ranges stellte, welche weder zu jenen noch zu diesen unzweifelhafte nähere Beziehungen zeigen, oder thierische und pflanzliche Charaktere in der Weise vereinigt und gemischt besitzen, dass seit ihrem Bekanntwerden ein endloser Streit über ihre Stellung im Thier- oder im Pflanzenreich geführt wird. Offenbar wird dieser Streit am einfachsten dadurch geschlichtet, dass man die streitigen und zweifelhaften Zwischenformen vorläufig (wenn auch nur provisorisch) sowohl von den echten Thieren, als von den echten Pflanzen abtrennt und in einem besonderen organischen »Reiche« vereinigt. Man gewinnt dadurch den Vortheil, sowohl echte Thiere als echte Pflanzen durch eine klare und scharfe Definition bezeichnen zu können; und andererseits wird die Aufmerksamkeit den bisher so vernachlässigten und doch so äusserst wichtigen niedersten Organismen in besonderem Maasse zugewendet. Ich habe jenes zwischen Thierreich und Pflanzenreich mitten inne stehende und zwischen beiden vermittelnde

Grenzgebiet das Protistenreich genannt. (Gen. Morphol. Vol. I. p. 203; Vol. II, p. XX, p. 403).

Natürlich habe ich durch diese Trennung der Protisten einerseits von den Pflanzen, andererseits von den Thieren, keineswegs eine absolute und dauernde Scheidewand zwischen diesen drei organischen Reichen aufrichten wollen. Vielmehr halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass sowohl die Thiere als die Pflanzen aus den Protisten, und zwar ursprünglich aus einfachsten Protisten, aus Moneren, ihren Ursprung genommen haben. (l. c. Vol. II, p. XX. p. 403, Taf. I). Vorläufig halte ich es jedoch aus praktischen Gründen für zweckmässig, die Protisten sowohl von den Pflanzen als von den Thieren im Systeme ganz zu trennen.

In der systematischen Einleitung zu meiner »allgemeinen Entwicklungsgeschichte« habe ich folgende acht natürliche Hauptgruppen oder »Stämme« (Phylen) von Protisten unterschieden:

I. Monera. Moneren.

1. Gymnomonera (Protogenes, Protamoeba etc.)
2. Lepomonera (Protomonas, Vampyrella etc.)

II. Protoplasta. Protoplasten.

1. Gymnamoebae (Autamoeba, Petalopus, Nuclearia etc.)
2. Lepamoebae (Arcella, Difflugia, Euglypha etc.)
3. Gregarinae (Monocystidea et Polycystidea).

III. Diatomea. Kieselzellen.

IV. Flagellata. Geisselschwärmer.

1. Nudiflagellata (Euglena, Spondylomorum etc.)
2. Cilioflagellata (Peridinium, Ceratium etc.)

V. Myxomycetes. Schleimpilze.

VI. Noctilucae. Meerleuchten.

VII. Rhizopoda. Wurzelfüßer.

1. Acyttaria (Monothalamia et Polythalamia).
2. Heliozoa (Actinosphaerium Eichhornii).
3. Radiolaria (Monocyttaria et Polycyttaria).

VIII. Spongiae. Schwämme.

1. Autospongiae.
2. Petrospongiae.

Seit der Unterscheidung dieser acht Protistengruppen ist eine neue Gruppe von Organismen niedersten Ranges bekannt geworden, welche in keine von diesen acht Abtheilungen sich ohne Zwang einreihen lassen, und welche gleich den letzteren eine derartige Mischung von thierischen und pflanzlichen Charakteren zeigen, dass sie ebenso wenig als echte Pflanzen, wie als echte Thiere angesehen werden können. Es sind dies die merkwürdigen Labyrinthuleen (*Labyrinthula vitellina*, *L. macrocystis*), welche von dem um die Naturgeschichte der Protisten hochverdienten CIENKOWSKI im Hafen von Odessa entdeckt worden sind.¹⁾ Jedenfalls müssen dieselben vorläufig als eine ganz besondere Protistengruppe betrachtet werden.

Während so einerseits das Reich der Protisten durch die Labyrinthuleen um eine besondere Klasse vermehrt wird, so dürfte es andererseits jetzt hinreichend begründet sein, eine andere Gruppe von Protisten aus diesem Reiche zu entfernen, und als entschiedene Thiere in das Thierreich zu verweisen. Dies sind die Schwämme oder Spongien, für deren thierische Natur in neuester Zeit sehr entschiedene morphologische Indicien entdeckt worden sind. Bereits seit 1854 hat LEUCKART, der verdienstvolle Begründer des Coelenteratenstammes, in seinem Jahresbericht über die Fortschritte der Zoologie (im Archiv für Naturgeschichte) die Spongien oder Poriferen mit den Coelenteraten vereinigt, indem er das Canalsystem der Schwämme mit dem coelenterischen Gastrovascularapparat der echten Coelenteraten verglich.

Im vorigen Winter hat mein Schüler und Assistent, Herr Stud. MIKLUCHO-MACLAY aus Petersburg, während unseres Aufenthaltes auf der canarischen Insel Lanzarote die ausserordentlich reiche Schwammfauna dieser Küste eingehend untersucht, und wie ich mich durch eigenen Augenschein überzeugt habe, dabei neue Schwammformen gefunden, deren Anatomie für die nahe Verwandtschaft der Spongien mit den Coelenteraten weit kräftigere Beweisgründe liefert, als wir bisher besaßen. So hat namentlich Herr MIKLUCHO einen Kalkschwamm (*Guancha blanca*) entdeckt, welcher *Sycon* und *Ute* nahe steht, dessen ganzes Gefässsystem aber aus einer einfachen cylindrischen Leibeshöhle, einer verdauenden Cavität, wie bei den einfachsten Hydroiden besteht. Die sogenannten Schornsteine (*Camini*) der Spongien sind nicht blos Ausströmungsöffnungen, wie man bisher annahm, sondern sie dienen auch zur Aufnahme von Wasser und Nahrung. Ihre Oeffnung nach Aussen

¹⁾ L. CIENKOWSKI, Ueber den Bau und die Entwicklung der Labyrinthuleen. Max Schultze's Archiv für mikrosk. Anat. Vol. III. 1867. p. 274. Taf. XV, XVI, XVII.

ist zugleich Mund und After. Mit einem Wort, die Schornsteine sind den Magenhöhlen der Coelenteraten und zunächst der Polypen analog und aller Wahrscheinlichkeit nach zugleich homolog. Die von den Schornsteinen ausgehenden Canäle entsprechen den Canälen, welche sich im Parenchym vieler Anthozoen verzweigen. Was mir aber von der grössten Wichtigkeit erscheint, diese Magenhöhle zerfällt bei mehreren Schwämmen (*Axinella* und Anderen) durch radiale Scheidewände in Fächer (von verschiedener oder constanter Zahl, namentlich acht!), und dadurch erscheint der ganze Leib des Schwamm-individuums aus einer bestimmten Anzahl von Antimeren zusammengesetzt. Den Mangel der Antimerenbildung hatte ich aber bisher für einen der wichtigsten morphologischen Unterschiede zwischen Spongien und Coelenteraten gehalten. Auch durch die ähnliche Art der Stockbildung u. s. w. wird die nahe Verwandtschaft der Spongien und Anthozoen noch wahrscheinlicher. Kurz, ich halte es jetzt für das Richtigste, nach LEUCKART'S Vorgang die Spongien mit den Coelenteraten im System zu vereinigen, und halte daher auch einen gemeinsamen Ursprung beider Gruppen für sehr wahrscheinlich. Das Phylum der Coelenteraten würde demnach in zwei Subphylen zerfallen: I. Spongiae (Coelenteraten ohne Nesselorgane) 1. Petrospongiae. 2. Autospongiae. II. Acalephae¹⁾ (Coelenteraten mit Nesselorganen) 1. Anthozoa. 2. Archydrae. 3. Hydromedusae. 4. Ctenophora.

Da Herr MIKLUCHO seine schönen Beobachtungen über Schwämme demnächst veröffentlichen und die Stammverwandtschaft der Spongien und Acalephen ausführlich entwickeln wird, so beschränke ich mich hier auf diese kurze Mittheilung.²⁾ Ich habe dieselbe desshalb hier angeführt, weil mir durch die Entfernung der Spongien von den übrigen Protisten und durch ihre Vereinigung mit den echten Thieren ein grosser Gewinn

1) Die von ARISTOTELES herrührende Bezeichnung *Acalephae* oder *Knidae* dürfte für die echten Coelenteraten (nach Ausschluss der Spongien) die passendste sein, einerseits weil sie bereits deren wichtigsten Charakter, den Besitz von Nesselorganen, ausspricht, und sodann, weil bereits ARISTOTELES unter dieser Bezeichnung die beiden verschiedenen Typen der Coelenteraten, die festsitzenden *Petracalephen* (Actinien) und die frei schwimmenden *Nectacalephen* (Medusen) zusammenfasste (*αἱ ἀκαλῆφαι, αἱ κνίδαι*).

2) Ein eigenthümliches Licht wird durch diese Stammverwandtschaft auch auf das neuerdings so viel besprochene *Hyalonema* geworfen. Sollte vielleicht doch am Ende Schwammkörper und Polypenüberzug zusammengehören, und *Hyalonema* ein gerader Ausläufer von der gemeinsamen Stammgruppe der Spongien und Acalephen sein?

für die Systematik erzielt scheint. Es wird nämlich jetzt möglich, mein Protistenreich durch einen bestimmten und wichtigen Charakter zu bezeichnen, und von den echten Thieren und echten Pflanzen zu trennen: Dieser Charakter ist der gänzliche Mangel der geschlechtlichen Fortpflanzung. Bei fast allen unzweifelhaften Pflanzen und ebenso bei allen unzweifelhaften Thieren findet sich geschlechtliche Zeugung (Amphigonie) vor. Alle echten Protisten dagegen (alle oben genannten Gruppen mit Ausnahme der Spongien) pflanzen sich ausschliesslich durch ungeschlechtliche Zeugung (Monogonie) fort. Wenn man diese Definition auf die genealogische Individualität erster Ordnung, auf den Zeugungskreis (Cyclus generationis) aller drei organischen Reiche überträgt, so ist der Zeugungskreis der Thiere und der Pflanzen die Amphigenesis, dagegen der Generationscyclus der Protisten die Monogenesis (Vergl. hierüber generelle Morphologie, Vol. II, p. 70, p. 83).

Wenn man auf Grund dieses Kriteriums die Trennung der drei Reiche scharf durchführen will, so wird man einige Gruppen der niedrigsten Organismen, die bisher bei den echten Pflanzen standen, die aber der geschlechtlichen Zeugung entbehrten, zu den Protisten ziehen müssen. Es wird dies um so eher geschehen können, als ohnehin die übrigen entscheidenden Pflanzencharaktere sich bei ihnen verwischen und als sich anstatt dessen nahe Beziehungen zu verschiedenen Protistengruppen einstellen. Vor allen wird man berechtigt sein, die grosse und formenreiche Klasse der Pilze (Fungi) aus dem Pflanzenreiche zu entfernen und in die Nähe der Myxomyceten unter die Protisten zu stellen. Die ganze Ernährungsweise und der Stoffwechsel der Pilze, und damit im Zusammenhang viele andere Eigenschaften (insbesondere der gänzliche Chlorophyll-Mangel) entfernen dieselben so sehr von den echten Pflanzen, dass bereits ältere Botaniker aus den Pilzen ein besonderes Organismen-Reich errichten wollten.

Aus ähnlichen Gründen wird man ferner die Phycochromaceen (Chroococcaceen und Oscillarineen) als einen Protistenstamm betrachten können, ebenso auch vielleicht die Codiolaceen (Codiolum etc.). Andererseits wird man die durch geschlechtliche Zeugung ausgezeichneten Volvocinen von den Flagellaten trennen und den echten Algen zurechnen müssen. Derartige Versetzungen werden in der nächsten Zeit noch viele vorkommen, je nachdem unsere Kenntniss der einen oder anderen Gruppe voraussichtlich vollständiger wird. Keinenfalls aber werden wir, wie ich glaube, jemals dazu gelangen, eine absolute Grenzscheidewand zwischen Thier- und Pflanzenreich aufzurichten.

und den einen Theil der Protisten mit voller Sicherheit zu den Pflanzen, den andern zu den Thieren rechnen können. Auch soll ja durch die von mir vorgeschlagene systematische Trennung der drei Reiche lediglich der praktische Zweck einer differentiellen Diagnostik erleichtert, und keineswegs eine absolute Scheidung der Thiere, Protisten und Pflanzen, als dreier fundamental verschiedener Organismengruppen behauptet werden. Vielmehr beharre ich bei der in meiner generellen Morphologie ausgesprochenen Vermuthung, dass sowohl das Thierreich als das Pflanzenreich ihre erste Wurzel in je einem oder mehreren Protistenstämmen haben, während andere Protistenstämme (z. B. Diatomeen, Myxomyceten, Rhizopoden) sich unabhängig von jenen selbstständig entwickelt haben (l. c. Vol. II, p. 406). Dass schliesslich alle organischen Stämme an ihrer ältesten Wurzel zusammengehangen haben mögen, ist auch wohl denkbar. Der Streit, wie viele ursprüngliche protistische Phylen oder Stammformen den Thierstämmen, den Pflanzenstämmen und den noch heute existirenden Protistenstämmen den Ursprung gegeben haben mögen, verliert aber sehr dadurch an seiner scheinbaren Wichtigkeit, dass offenbar die ältesten Ursprungsformen aller Organismen Moneren der einfachsten und indifferentesten Art, structurlose und homogene, formlose Sarcodeklumpen gewesen sein müssen, durch Archigonie oder *Generatio aequivoca* entstanden.

Wie die von CIENKOWSKI und von mir beschriebenen Moneren zeigen, ist es ganz unmöglich, dieselben mit irgend welcher Sicherheit an eine bestimmte andere Protistengruppe anzuschliessen, oder gar sie mit Bestimmtheit entweder den Thieren oder den Pflanzen zuzurechnen. Im Ruhezustande und während der Fortpflanzung sind dieselben mehr pflanzlicher, im Bewegungszustande und während der Ernährung mehr thierischer Natur. Im Ganzen aber sind sie ihrer einfachsten Natur nach so indifferente Organismen, dass man sie als erste Anfänge jedes beliebigen organischen Stammes (Phylum) betrachten könnte. Wie sehr dieselben in dieser Beziehung Anklänge an die verschiedensten Protistengruppen zeigen, wird am Besten aus der nachfolgenden morphologischen Vergleichung der Moneren mit den verschiedenen Protistengruppen hervorgehen. Bevor wir uns zu dieser wenden, erscheint es passend, die verschiedenen organischen Stämme nochmals aufzuzählen, welche das Protistenreich in dem soeben erläuterten Umfange zusammensetzen. Ich wiederhole dabei nochmals, dass ich dieses »System der Protisten« in jeder Hinsicht nur als einen ganz provisorischen Versuch und als eine Anregung zu weiterer Bearbeitung betrachte.

Reich der Protisten oder der monogenetischen Organismen.

(Organismen, welche sich ausschliesslich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Monogonie, fortpflanzen).

I. Gruppe: **Monera**.

1. Gymnomonera (Protogenes, Protamoeba etc.).
2. Lepomonera (Protomonas, Vampyrella, Protomyxa etc.).

II. Gruppe: **Flagellata**.

1. Nudiflagellata (Euglena, Spondylomorum etc.).
2. Cilioflagellata (Peridinium, Ceratium etc.).

III. Gruppe: **Labyrinthulea** (Labyrinthulæ).IV. Gruppe: **Diatomea** (Bacillaria).V. Gruppe: **Phycochromacea** (Myxophyceæ).

1. Chroococcacea (Gloeocapsa, Merismopoedia etc.).
2. Oscillarinea (Nostochacea, Rivulariaceæ etc.).

VI. Gruppe: **Fungi** (Mycetes).

1. Phycomycetes (Saprolegnieæ, Mucorinæ etc.).
2. Hypodermiæ (Uredineæ, Ustilagineæ etc.).
3. Basidiomycetes (Hymenomycetes, Gastromycetes etc.).
4. Ascomycetes (Protomycetes, Discomyces etc.).

VII. Gruppe: **Myxomycetes** (Mycetozoa).VIII. Gruppe: **Protoplasta** (Amoeboida).

1. Gymnamoebæ (Amoeba, Nuclearia etc.).
2. Lepamoebæ (Arcella, Difflugia etc.).
3. Gregarinae (Monocystida et Polycystida).

IX. Gruppe: **Noctilucae** (Myxocystoda).X. Gruppe: **Rhizopoda**.

1. Acyttaria (Monothalamia et Polythalamia).
2. Heliozoa (Actinosphaerium Eichhornii).
3. Radiolaria (Monocyttaria et Polycyttaria).

V. Vergleichende Morphologie der Moneren.

Um die verwickelten Beziehungen der Moneren zu den übrigen Protisten und überhaupt zu den Organismen niedersten Ranges richtig zu würdigen, erscheint es zunächst nothwendig, sich über den morphologischen, oder genauer tectologischen Werth derselben zu verständigen, und ihre Individualitäts-Stufe zu bestimmen. Ich lege hierbei die Anschauungen zu Grunde, welche ich in meiner generellen Tectologie oder Individualitätslehre (Structurlehre) der Organismen entwickelt und begründet habe.¹⁾

Als den allgemeinen und einzig unentbehrlichen materiellen Bestandtheil aller Organismen haben wir das Plasma oder Protoplasma (Sarcode), eine festflüssige stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindung aus der Gruppe der Eiweisskörper nachgewiesen. Dieses Plasma bildet bei den Moneren, als den tiefststehenden unter allen Organismen, einzig und allein für sich, ohne Betheiligung anderer Körper, den ganzen structurlosen Leib des vollkommen ausgebildeten Organismus. Seinem Formwerthe nach repräsentirt derselbe also ein einfachstes morphologisches Individuum erster Ordnung, ein Plasmastück oder eine Plastide.

Der vieldeutige Begriff der organischen Zelle ist nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch auf diese einfachsten individualisirten Plasmastückchen nicht mehr verwendbar. Um daher die Zellentheorie, diese unentbehrliche Grundlage unserer gesamten Tectologie auch auf die Moneren und die verwandten Protisten anwendbar zu machen, habe ich das Verhältniss dieser Plasmastückchen zu wirklichen Zellen in meiner Tectologie möglichst scharf zu entwickeln versucht. Nach meiner Ansicht sind die echten Zellen, für deren Begriff ich die Sonderung von innerem Kern und äusserem Plasma für nothwendig erachte, aus den Moneren durch innere Differenzirung hervorgegangen. Andererseits sind aus den Moneren durch äussere Differenzirung von Plasma und umhüllender Membran oder Schale die zellenähnlichen, aber kernlosen Plastiden, die membranösen Cytoden hervorgegangen.

Durch diese systematische Unterscheidung erhalten wir folgende vier wesentlich differenzirte Grundformen von Plastiden, oder von morphologischen Individuen erster Ordnung:

1) Generelle Morphologie. Vol. I. Drittes Buch. IX. Capitel. p. 269.

Plastiden-Arten.**I. Cytodae (s. Cellinae), Cytoden. Plasmastücke ohne Kern.****1. Gymnocytodae (s. Cytodae nudaе), Nacktcytoden.**

Nackte Plasmastücke ohne Kern, ohne Membran oder Schale, z. B. die frei sich bewegenden Moneren, die kernlosen Plasmodien der Myxomyceten und mancher anderen Protisten, die aus den Pseudonavicellen geschlüpften amoeboiden Keime der Gregarinen etc.

2. Lepocytodae (s. Cytodae membranosaе), Hautcytoden.

Umhüllte Plasmastücke ohne Kern, von einer (ganzen oder unvollständigen) Membran oder Schale umschlossen, z. B. die eingekapselten Ruhezustände der Lepomoneren, viele Siphoneen und zahlreiche andere niedere Pflanzen, die sogenannten »kernlosen Zellen« vieler höheren Pflanzen und vieler thierischen Gewebe.

II. Cellulae (s. Cyta), Zellen. Plasmastücke mit Kern.**1. Gymnocyta (s. Cellulae nudaе), Nacktzellen.**

Nackte Plasmastücke mit Kern, ohne Membran oder Schale, z. B. die echten Amoeben (Autamoeben), die nackten Schwärmsporen der Algen, die Eier der Siphonophoren und anderer Thiere, die farblosen Blutzellen, viele Nervenzellen und überhaupt sehr viele andere Zellen der Thiere etc.

2. Lepocyta (s. Cellulae membranosaе), Hautzellen.

Umhüllte Plasmastücke mit Kern, von einer (ganzen oder unvollständigen) Membran oder Schale umschlossen, z. B. die Diatomeen, die meisten jugendlichen Pflanzenzellen (so lange sie noch einen Kern besitzen), die Eier der meisten Thiere, und überhaupt sehr viele thierische Zellen etc.

Offenbar beruht das hohe Interesse der Moneren vorzugsweise darauf, dass sie Gymnocytoden, d. h. Plastiden der allereinfachsten Art sind, und dass also sämtliche übrige Plastidenarten, wie sie den Körper aller Organismen bilden, auf sie zurückzuführen sind. Die Phylogenie, die palaeontologische Entwicklungsgeschichte der organischen Stämme (Phylen) ist nothwendig zuletzt gezwungen, auf archigone (durch Generatio aequivoca entstandene) Moneren als auf die erste Wurzel aller verschiedenen Organismengruppen zurückzugehen. Aus den

Gymnocyten als den ursprünglichen Plastidenformen (einfachsten, vollkommen homogenen Plasmastückchen) entstanden einerseits durch äussere Differenzirung von Plasma und Membran die Lepocyten, andererseits durch innere Differenzirung von Plasma und Kern die Zellen; und diese letzteren zerfielen dann wieder in Hautzellen und Nacktzellen, je nachdem sie sich mit einer Membran umgaben oder nicht. Auf diese vier Grundformen der Plastiden lassen sich alle übrigen Zellen und Zellenformen, und überhaupt alle histologischen Elemente zurückführen, wie ich in meiner generellen Tectologie ausführlich entwickelt habe (Gen. Morph. Vol. I, p. 269—303).

Bestimmen wir nun nach diesem Maassstabe den morphologischen Werth aller bis jetzt bekannt gewordenen Monerenformen, wie ich dieselben im letzten Abschnitt dieses Aufsatzes übersichtlich zusammenstellen werde, so gelangen wir zu folgendem Resultate:

1. Alle Moneren bleiben zeitlebens Cytoden; niemals gehen sie in den höheren Formzustand der Zelle über, da niemals in ihrem Protoplasma sich Kerne differenziren.

2. Alle Moneren sind in vollkommen ausgewachsenem und frei beweglichem Zustande Gymnocyten; niemals besitzen sie in diesem Zustande eine Membran oder Schale oder eine sonstige Hülle.

3. Die Gymnomoneren (Protogenes, Protamoeba, vielleicht auch Myxodictyum?) bleiben zeitlebens Gymnocyten; sie gehen nicht in einen Ruhezustand über und umgeben sich nicht mit einer Hülle.

4. Die Lepomoneren (Protomonas, Protomyxa, Vampyrella, Myxastrum) werden aus ursprünglichen Gymnocyten später Lepocyten, indem sie behufs der Fortpflanzung in einen Ruhezustand übergehen und sich dann mit einer Hülle oder Schale umgeben.

5. Einige Moneren (Protogenes, Protamoeba) bleiben zeitlebens einzelne, isolirte Cytoden, permanente Individuen erster Ordnung, indem die durch den Fortpflanzungsprocess entstehenden neuen Individuen (Bionten) sich sofort von dem elterlichen Organismus trennen, oder indem dieser einfach in zwei Stücke zerfällt.

6. Andere Moneren (Myxodictyum und alle Lepomoneren) bilden zeitweilig Individuen zweiter Ordnung oder Organe (in rein morphologischem Sinne), indem während der Fortpflanzungszeit die neu gebildeten Individuen (Schwärmosporen, Tetraplasten, Theilstücke, und andere Keimformen) eine Zeit lang zu einer Cytoden-colonie (Organ) vereinigt bleiben.

In diesen sechs Sätzen ist die vollständige morphologische Charakteristik der Moneren enthalten. Dazu kommt dann noch das physiologische Kriterium der ausschliesslich ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Wenn wir nun, unter steter Berücksichtigung dieser charakteristischen Eigenthümlichkeiten, die Moneren mit den übrigen Organismen und besonders mit den nächstverwandten Protisten vergleichen, so werden wir leichter einerseits den besonderen Charakter der Monerengruppe, andererseits die mannichfaltigen Verwandtschaftsbeziehungen derselben zu den übrigen Gruppen erkennen. Ich werde also der Reihe nach die den Moneren nächstverwandten unter den vorstehend aufgeführten Protistengruppen einzeln mit den Moneren vergleichen.

I. Moneren und Rhizopoden.

Von allen Organismen stehen die echten Rhizopoden den Moneren (etwa mit Ausschluss der *Protamoeba*) am nächsten. Ich beschränke dabei die natürliche Gruppe der echten Rhizopoden, wie ich in meiner generellen Morphologie gethan habe, (nach Ausschluss der Protoplasten oder Amoeboiden) auf die drei Classen der Acyttarien (Monothalamien und Polythalamien, oder Imperforaten und Perforaten), der Heliozoen (bis jetzt nur aus dem eigenthümlichen *Actinosphaerium Eichhornii* Stein, *Actinophrys Eichhornii* Ehrenberg, gebildet) und der Radiolarien (Monocyttarien und Polycyttarien). Die allermeisten von diesen echten Rhizopoden unterscheiden sich von den Moneren dadurch, dass sie in frei beweglichem und vollkommen ausgebildetem Zustande ein Skelet oder eine Schale besitzen. Die wenigen übrigen Rhizopoden, welche dieses Skelets oder dieser Schale entbehren, (*Actinosphaerium*, *Thalassicolla*, *Physematium*, *Collozoum*) unterscheiden sich von den Moneren durch die Differenzirung von Kernen im Innern des Plasmakörpers. Eine ganz eigenthümliche Stellung nimmt die gewöhnlich zu den Rhizopoden gerechnete, sehr gemeine *Actinophrys sol* (Ehrenb.) ein, der einzige genauer bekannte Repräsentant der echten *Actinophrys*. Ich würde diesen Organismus am liebsten zu den Moneren ziehen und zwischen *Vampyrella* und *Myxastrum* stellen. Die eigenthümliche sehr grosse contractile Blase dieses Protisten würde dann als blosse *Vacuole* aufgefasst werden müssen. Da wir jedoch trotz der Häufigkeit der *Actinophrys sol* immer noch nichts Sicheres von ihrer Fortpflanzung und Entwicklung wissen, muss ihre Stellung unter den Moneren vorläufig noch zweifelhaft bleiben. Die von CIENKOWSKI (l. c. p. 227) beobachteten Ruhezustände der *Actinophrys sol* machen ihre Stellung unter den

Moneren noch wahrscheinlicher. Vermuthlich werden künftig ausser der echten *Actinophrys sol* (Ehrenb.) auch noch eine Anzahl nächstverwandter actinophrysartiger Protisten (z. B. *Trichodiscus* und *Plagiophrys*) zu den Moneren zu stellen sein.¹⁾ Die von CIENKOWSKI neulich beschriebene *Clathrulina*, welche ich auch bei Jena beobachtet habe, halte ich für einen echten Rhizopoden und stelle ihn zu den Monothalamien unter die Acyttarien²⁾.

II. Moneren und Flagellaten.

Unter den verschiedenen Monerenformen zeigen die Schwärmsporen der *Protomonas* und *Protomyxa* die grösste Aehnlichkeit mit den einfachsten Formen der Flagellaten. Die letzteren unterscheiden sich durch die Differenzirung von Kernen und von Hüllen. Das ausgebildete und frei bewegliche Flagellat ist niemals eine Gymnocytoide, wie alle Moneren im frei beweglichen Zustande sind.

III. Moneren und Labyrinthuleen.

Unter den Moneren erinnert *Myxastrum* durch seine Fortpflanzungszustände auffallend an die Labyrinthula. Jedoch sind die einzelnen Plastiden der letzteren stets kernhaltig, also echte Zellen, während die Moneren niemals Kerne besitzen.

IV. Moneren und Diatomeen.

Wie an die Labyrinthuleen, so erinnern die spindelförmigen kieselchaligen Sporen des *Myxastrum* auch an die Diatomeen, besonders an die einfachsten Formen von *Navicula*. Da jedoch auch die Diatomeen immer (?) kernhaltig, also echte Zellen sind, und da sie so—

1) *Actinosphaerium Eichhornii* (Stein), welches gewöhnlich noch als *Actinophrys Eichhornii* (Ehrenberg, nicht Kölliker) mit der echten *Actinophrys sol* (Ehrenberg; *Actinophrys Eichhornii* Kölliker) in einem Genus vereinigt wird, ist sehr weit davon verschieden. Bei *Actinophrys sol* ist, wie bei den Moneren, der ganze Protoplasmakörper structurlos, während sich bei *Actinosphaerium Eichhornii*, einem echten Rhizopoden, bereits kernhaltige Zellen in der Marksubstanz des Körpers differenzirt haben.

2) CIENKOWSKI, Ueber die *Clathrulina*, eine neue Actinophryen-Gattung.

weit bekannt, niemals als nackte Plastiden erscheinen, so sind die Unterschiede von den Moneren sehr durchgreifend.

V. Moneren und Myxomyceten.

Unter allen Protisten stehen nächst den echten Rhizopoden die Myxomyceten den Moneren am nächsten. Die colossalen nackten freibeweglichen Sarcodetkörper von *Protogenes*, *Protomyxa* und auch von *Vampyrella* sind von den Plasmodien der Myxomyceten, besonders der dünnflüssigen Formen, an und für sich geradezu nicht zu unterscheiden. Nur die weitere Entwicklung lässt die Divergenz beider Gruppen erkennen. Dazu kommt noch die auffallende Aehnlichkeit in der Fortpflanzung durch Schwärmsporen bei der *Protomonas* und *Protomyxa*. Man könnte daher diese als die einfachsten Myxomyceten betrachten. Allein die Spore der Myxomyceten umschliesst einen Kern und ist daher eine echte Zelle, während bei den Moneren überhaupt niemals Kerne vorkommen. Hierin erblicke ich den wesentlichsten Unterschied der Moneren und Myxomyceten, abgesehen von der viel höheren Differenzirung des Sporangium bei den letzteren. Man könnte jedoch den eingekapselten Ruhezustand von *Protomyxa* als die erste und einfachste Anlage des Sporangiums der Myxomyceten betrachten. Bei beiden gehen die Schwärmsporen in den Amoebenzustand über.

VI. Moneren und Protoplasten.

Auch die Protoplasten zeigen, gleich den Myxomyceten und Rhizopoden, sehr nahe Beziehungen zu den Moneren. Als Protoplasten habe ich in der generellen Morphologie folgende drei Protistengruppen zusammengefasst: 1) *Gymnamoebae* (die echten, nackten Amoeben, mit Kern, mit oder ohne contractile Blase oder Vacuole: *Autamoeba*, *Nuclearia*, *Pseudospora*, *Podostoma*, *Petalopus* etc.). 2) *Lepamoebae* (mit Schale oder Panzer versehene Amoeben: *Arcella*, *Diffugia*, *Euglypha* etc.). 3) *Gregarinae* (*Monocystideen* und *Polycystideen*). Die Gregarinen sehe ich als Amoeben an, welche durch Parasitismus rückgebildet sind. Die Moneren zeigen zu den Protoplasten, namentlich zu den *Gymnamoeben*, die nächsten Beziehungen. *Protamoeba* ist nur durch den Mangel des Kerns und der contractilen Blase von echten Amoeben (*Autamoeba*) zu unterscheiden. Ausserdem erinnern die *Pseudonavicellen* der Gregarinen, noch mehr als die »Spindeln« der Labyrinthuleen, an die spindelförmigen Sporen des *Myxastrum*. Ein wesentlicher und durchgreifender

Unterschied liegt aber wieder darin, dass bei allen Protoplasten wirkliche Zellenkerne in der Substanz der Sarcode differenzirt sind, während dies bei den Moneren niemals der Fall ist.

Die drei noch übrigen Protisten-Gruppen, die Phycochromaceen, Pilze und Noctiluken, zeigen weniger ausgesprochene Beziehungen zu den Moneren, als die fünf soeben betrachteten Gruppen, und eine besondere Vergleichung derselben ist daher überflüssig. Jedoch schliessen sich auch die niedersten Pilze, ebenso wie die einfachsten Phycochromaceen, durch die Einfachheit und die niedere Ausbildungsstufe ihres Baues und ihrer Lebenserscheinungen unmittelbar an die Moneren an. Die einfachsten Anfänge derselben können unmittelbar aus Moneren hervorgegangen sein.

Jedenfalls lässt sich schon jetzt aus der eben gegebenen Uebersicht und aus einer einfachen Vergleichung der Entwicklungsgeschichte der verschiedenen Protisten mit voller Deutlichkeit ersehen, dass ohne vollständige Kenntniss der individuellen Entwicklungsgeschichte sich die systematische Stellung der einzelnen niedrigsten Organismen in dieser oder jener Protistengruppe nicht einmal mit annähernder Sicherheit bestimmen lässt. Ganz besonders gilt dies von allen nackten, amoebenartigen und actinophrys-artigen Körpern, ebenso wie von den myxomyceten-artigen Plasmodien und von den flagellaten-artigen Schwärmsporen. Hier, wie überall in der Morphologie, ist, wie BAER sagt, die Entwicklungsgeschichte der wahre Lichtträger für Untersuchungen über organische Körper. Nicht minder aber bewährt sich auch hier der wichtige Satz, dass die Descendenztheorie der wahre Lichtträger für die gesamte Entwicklungsgeschichte ist.

VI. System der Moneren.

Gruppencharakter der Moneren.

Organismen ohne Organe, welche in vollkommen ausgebildetem Zustande einen frei beweglichen, nackten, vollkommen structurlosen und homogenen Sarcode-(Protoplasma-) Körper bilden. Niemals differenziren sich Kerne (Nuclei) in dem homogenen Protoplasma. Die Bewegung geschieht durch Contractionen der homogenen Körpersubstanz und durch Hervortreiben von formwechselnden Fortsätzen (Pseudopodien), welche entweder einfach bleiben oder sich verästeln und anastomosiren. Die Ernährung geschieht in verschiedener

Weise, meist nach Art der Rhizopoden. Die Fortpflanzung geschieht nur auf ungeschlechtlichem Wege (durch Monogonie). Oft, jedoch nicht immer, wechselt der frei bewegliche Zustand mit einem Ruhezustande ab, während dessen sich der Körper mit einer ausgeschwitzten structurlosen Hülle umgiebt (encystirt). Alle Moneren leben im Wasser.

Erste Abtheilung der Monerengruppe:

Gymnomonera.

Moneren ohne Ruhezustand und Hüllenbildung.

Der frei bewegliche Zustand des Moneres wird von keinem Ruhezustande mit Hüllenbildung unterbrochen.

Genus I: **Protamoeba** HAECKEL.¹⁾

HAECKEL, Generelle Morphologie. 1866. Vol. I. p. 133.

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasma-körper ohne Vacuolenbildung, welcher einfache, nicht verästelte und nicht anastomosirende Fortsätze treibt, und sich durch Zweitheilung fortpflanzt.

Species: **Protamoeba primitiva** HAECKEL.

Taf. III. Fig. 25—30.

Generelle Morphologie. 1866. Vol. I. p. 133.

Protoplasmakörper von 0,03—0,05 Mm. Durchmesser, beständig formwechselnd, mit einem oder wenigen (3—6) peripherischen Pseudopodien. Fortsätze kurz, abgerundet, stumpf, fingerförmig, höchstens so lang als der Durchmesser des centralen Körpers.

Fundort: Ein Süßwassertümpel im Tautenburger Forst, Dornburg gegenüber, bei Jena. 1863 und 1865.

Genus II: **Protozenes** HAECKEL.²⁾

Zeitschr. für wissensch. Zool. Vol. XV. 1865. p. 360.

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasma-körper ohne Vacuolenbildung, welcher verästelte und anastomosirende Fortsätze treibt, und sich durch Zweitheilung fortpflanzt.

1) πρώτη αμοιβή, die erste Wechselgestalt.

2) πρωτογενής, der Erstgeborene.

Species: *Protogenes primordialis* HAECKEL.

Ueber den Sarcoderkörper der Rhizopoden, l. c. p. 360. Taf. XXVI. Fig. 1, 2.

Protoplasmakörper bald kugelig zusammengezogen, von 0,1—1 Mm. Durchmesser (l. c. Fig. 1), bald plattenförmig ausgebreitet, von ganz unregelmässigem Umriss, von 3—4 Mm. Durchmesser (Fig. 2). Pseudopodien äusserst zahlreich (über tausend), sehr fein, mit sehr zahlreichen Verästelungen und Anastomosen.

Fundort: Mittelmeer bei Nizza. 1864.

Genus III: *Myxodictyum* HAECKEL.¹⁾

(Vergl. oben p. 99).

Gattungsscharakter: Mehrere einfachste formlose Protoplasmakörper ohne Vacuolenbildung, welche verästelte und anastomosirende Pseudopodien treiben, verbinden sich durch deren Anastomosen zu einem Netz. (Die Fortpflanzung erfolgt wahrscheinlich durch Theilung und durch Ablösung der einzelnen Individuen, welche dann neue Colonien bilden? ?).

Species: *Myxodictyum sociale* HAECKEL.

Taf. III. Fig. 31—33.

Protoplasmakörper an dem einzigen beobachteten Exemplar ein flach ausgebreitetes Sarcodenetz von 0,35 Mm. Durchmesser bildend, zusammengesetzt aus siebzehn Moneren-Individuen, actinophrys-ähnlichen Körperchen von 0,04 Mm. Durchmesser.

Fundort: Bai von Algesiras an der Strasse von Gibraltar. 1867.

Zweite Abtheilung der Monerengruppe:

Lepomonera.

Moneren mit Ruhezustand und Hüllenbildung.

Der frei bewegliche Zustand des Moneres wird von einem Ruhezustande mit Hüllenbildung unterbrochen.

Genus IV: *Protomonas* HAECKEL.²⁾

Generelle Morphologie, Vol. II. p. XXIII.

Gattungsscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasmakörper, ohne Vacuolenbildung, welcher einfache oder verästelte Pseu-

1) *μυξοδίκτυον*, Schleimnetz.

2) *πρωτομονάς*, Ureinheit.

dopodien treibt. Fortpflanzung durch Schwärmsporen, welche in Plasmodien zusammenfließen.

Species: *Protomonas amyli* HAECKEL.

(*Monas amyli* CIENKOWSKI).

Archiv für mikrosk. Anat. Vol. I. p. 165. Taf. XII. Fig. 4—5.

Protoplasmakörper ein Plasmodium, welches durch Verschmelzen mehrerer Schwärmsporen entsteht, von ungefähr 0,02—0,05 Mm. Durchmesser, mit wenigen, verästelten, sehr feinen Pseudopodien. Ruhezustand eine rundliche Lepocytode, deren Membran keilförmige, nach innen vorragende Warzen treibt. Schwärmsporen spindelförmig, sehr contractil, mit mehreren (zwei ?) Geisseln versehen, sich nach Art einer Anguillula bewegend.

Fundort: In faulenden Nitellen des süßen Wassers in Deutschland und Russland (CIENKOWSKI).

Genus V: *Protomyxa* HAECKEL.¹⁾

(Vergl. oben p. 74)

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasmakörper mit Vacuolenbildung, welcher verästelte und anastomosirende Pseudopodien treibt. Fortpflanzung durch Schwärmsporen, welche in Plasmodien zusammenfließen.

Species: *Protomyxa aurantiaca* HAECKEL.

Taf. II. Fig. 4—12.

Protoplasmakörper ein Plasmodium von orangerother Farbe, welches (immer ?) durch Verschmelzen mehrerer Schwärmsporen entsteht, von 0,5—1 Mm. Durchmesser; mit sehr zahlreichen und sehr dicken, baumförmig verästelten Pseudopodien, welche durch viele Anastomosen ein Netz bilden. Ruhezustand eine kugelige Lepocytode von 0,15 Mm. Durchmesser, mit dicker, structurloser Hülle (Cyste). Schwärmsporen birnförmig, am spitzen Ende kegelförmig, in eine sehr starke Geissel auslaufend, sich nach Art der Myxomycetenschwärmer bewegend. Die zur Ruhe gekommenen Sporen kriechen nach Amöbenart einher.

Fundort: Auf hoher See treibende nackte Schalen von *Spirula Peronii*, angetrieben an die Küste der canarischen Insel Lanzarote. 1867.

1) πρωτόμυξα, Urschleim.

Genus VI: *Vampyrella* CIENKOWSKI.¹⁾

Archiv für mikrosk. Anat. Vol. I. p. 218.

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasma-körper ohne Vacuolenbildung, welcher einfache oder verästelte Pseudopodien treibt. Fortpflanzung durch Tetraplastenbildung: der eingekapselte ruhende Körper zerfällt erst in zwei, dann in vier Keime, welche nach dem Austritt aus der Cyste actinophrys-ähnliche Körper darstellen.

Species 1: *Vampyrella Spirogyrae* CIENKOWSKI.

Archiv für mikrosk. Anat. Vol. I. p. 218. Taf. XII. Fig. 44—56.

Protoplasmakörper von ziegelrother Farbe, und äusserst wechselnder und unregelmässiger Gestalt. Pseudopodien mit Körnchenbewegung, theils lang, dünn und spitz, theils kurz, dick und stumpf. Die Pseudopodien bohren die Zellen der Spirogyra an und saugen deren Inhalt heraus. Ruhezustand eine kugelige oder sphaeroidale, seltener unregelmässige Lepocytode, von 0,06 Mm. Durchmesser, angeheftet an Spirogyren. Cystenwand aus Cellulose bestehend (durch Iod und Schwefelsäure gebläut).

Fundort: Spirogyren des süssen Wassers. CIENKOWSKI.

Species 2: *Vampyrella pendula* CIENKOWSKI.

Archiv für mikrosk. Anat. Vol. I. p. 221. Taf. XII. Fig. 57—63.

Protoplasmakörper von ziegelrother Farbe und sehr wechselnder Gestalt. »Pseudopodien ohne Körnchenbewegung« bohren die Zellen verschiedener Conferven, Oedogonien, Bulbochaeten etc. an und saugen deren Inhalt heraus. Ruhezustand eine birnförmige Lepocytode, die mit dem zugespitzten Ende angeheftet ist. Von dem encystirten, kugelig contrahirten Körper geht ein fadenförmiger Fortsatz durch das zugespitzte Ende der aus Cellulose bestehenden Cystenwand hindurch zur Ansatzstelle.

Fundort: Verschiedene Conferven des süssen Wassers.

Species 3: *Vampyrella vorax* CIENKOWSKI.

Archiv für mikrosk. Anat. Vol. I. p. 223. Taf. XII. Fig. 64—73.

Protoplasmakörper von ziegelrother Farbe, und höchst unregelmässiger und wechselnder Gestalt. »Pseudopodien ohne Körnchenbewe-

1) Deminutivum von *Vampyrus*.

gung«, umfliessen nach Art der Rhizopoden fremde Körper (Diatomeen, Desmidiaceen und Flagellaten) und ziehen diese in das Innere des Körpers hinein. Ruhezustand eine ganz unregelmässige, meist langgestreckte Lepocytode.

Fundort: Im süssen Wasser.

Genus VII: *Myxastrum* HAECKEL.¹⁾

(Vergl. oben p. 30).

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasma-körper ohne Vacuolenbildung, welcher einfache oder verästelte und anastomosirende Fortsätze treibt. Fortpflanzung durch Strahltheilung. Der eingekapselte ruhende Körper zerfällt in eine grosse Anzahl von länglichen Keimen, deren Längsaxe radial gegen das Centrum der kugeligen Cyste gerichtet ist. Jeder einzelne Keim umgiebt sich mit einer kieseligen Hülle. Die aus dieser Sporenhülle ausschlüpfenden Keime nehmen sofort wieder die Form des erwachsenen Organismus an.

Species: *Myxastrum radians* HAECKEL.

Taf. II. Fig. 13—24.

Protoplasmakörper in frei beweglichem Zustand gewöhnlich von Gestalt einer strahlenden Kugel, von sehr zäher Consistenz, von 0,3—0,5 Mm. Durchmesser. Pseudopodien sehr zäh und starr, mit spärlicher Verästelung und Anastomosenbildung. Fremde Körper, Diatomeen, Peridinen etc. werden von den Pseudopodien umflossen und in den Centalkörper hineingedrückt. Ruhezustand eine kugelige Cyste von 0,08 Mm. Durchmesser. Der Inhalt zerfällt in zahlreiche kieselschalige Sporen von 0,03 Mm. Länge, 0,015 Mm. Breite, deren Längsaxe radial gegen das leere Centrum der kugeligen Cyste gerichtet ist.

Fundort: Hafenbecken von Puerto del Arrecife, Hafenstadt der canarischen Insel Lanzarote. 1867.

1) *μύξα, ἄστρον*, Schleimsternchen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Protomyxa aurantiaca.

Fig. 1. *Protomyxa aurantiaca*, encystirt, im Ruhezustand: eine homogene orangerothe Protoplasmakugel, umgeben von einer weichen structurlosen Gallerthülle. Vergr. 300.

Fig. 2. Dieselbe, im Beginne der Entwicklung. Die homogene orangerothe Protoplasmakugel hat sich von der Innenseite der Cystenwand zurückgezogen, verdichtet, und beginnt in zahlreiche kleine Kugeln zu zerfallen; zwischen Plasmakugel und Gallerthülle hat sich ein wenig helle Flüssigkeit angesammelt. Vergr. 300.

Fig. 3. Dieselbe, weiter entwickelt. Die Plasmakugel ist vollständig in zahlreiche kleine Kugeln von gleicher Grösse zerfallen; diese füllen, locker beisammenliegend, den ganzen Hohlraum der kugeligen Cyste wieder aus. Vergr. 300.

Fig. 4. Die kleinen Protoplasmakugeln, welche aus dem Zerfall der encystirten Plasmakugel hervorgegangen sind, ziehen sich an einem Ende in eine lange Geissel aus und treten als »Schwärmosporen« unter lebhafter Bewegung aus der Cysten- hülle (»Sporangium«) aus. Vergr. 300.

Fig. 5. Zehn einzelne birnförmige Schwärmosporen, sich nach dem Austritt aus der geborstenen Cyste mittelst ihrer Geissel lebhaft bewegend; der Sporenkörper ist sammt seiner Geissel eine vollkommen nackte und homogene Sarcodemasse. Vergr. 380.

Fig. 6. Sieben einzelne Schwärmosporen, welche zur Ruhe gekommen sind, die Geissel eingezogen haben und statt dessen eine Anzahl von spitzen, formwechselnden Fortsätzen (Pseudopodien) hervorstrecken; sie kriechen mittelst derselben unter beständiger langsamer Formveränderung nach Amöbenart umher; der homogene Plasmakörper ist noch ohne Vacuolen. Vergr. 380.

Fig. 7. Drei amöbenartige Keime (zur Ruhe gekommene, kriechende Schwärmosporen) vereinigen sich mittelst ihrer anastomosirenden Pseudopodien und fliessen schliesslich vollständig in einen einzigen Plasmakörper (Plasmodium) zusammen; bereits sind einzelne Vacuolen (*v*) im Plasma wahrzunehmen. Vergr. 220.

Fig. 8. Zwei amöbenartige Keime (von den in Fig. 6 abgebildeten) greifen eine Diatomee (*Navicula*) an den beiden entgegengesetzten Enden an. Vgr. 220.

Fig. 9. Dieselben beiden Amöbenkeime, wie Fig. 8, etwas später; von beiden Enden der *Navicula* her dieselbe überziehend, sind sie in der Mitte zusammengetroffen und haben sich hier zu einer einzigen vereinigt. Vergr. 220.

Fig. 10. Eine ältere *Protomyxa*, entweder durch einfaches Wachsthum eines einzigen amöbenartigen Keimes oder durch Verschmelzung einer grösseren Anzahl von Amöben zu einem Plasmodium entstanden. Eine gefressene *Isthmia* und

eine Navicula, nebst zahlreichen Vacuolen (*v*) sind in dem homogenen Parenchym der Sarcode sichtbar. Vergr. 220.

Fig. 11. Eine ausgewachsene Protomyxa im üppigsten Futterzustande, nach sehr reichlicher Nahrungsaufnahme. Im Inneren des centralen Protoplasma-Leibes befinden sich zahlreiche Vacuolen (*v*), ferner oben zwei noch zusammenhängende Isthmien, unten drei gegitterte Kieselschalen von pelagischen Tintinnoiden, (zwei Dictyocysta elegans und eine Dictyocysta mitra); die eine Schale scheint eben ausgestossen zu werden. Ringsum strahlen von dem centralen Sarcodekörper die sehr starken, baumförmig verzweigten Pseudopodien aus, deren periphere Anastomosen zahlreiche bogenförmige Schlingen bilden. Oben haben mehrere starke Pseudopodien soeben ein dreihörniges Peridinium erfasst und umfliessen es. Die Vacuolenbildung erstreckt sich auch in die grösseren Pseudopodien hinein. Vergr. 220.

Fig. 12. Eine ausgewachsene Protomyxa, hungernd, ohne Nahrung. Der ganz homogene Sarcodeleib strahlt ringsum eine sehr grosse Menge von baumförmig verästelten Pseudopodien aus, welche nur wenige Anastomosen bilden und wenige Körnchen führen. Auch die Zahl der Vacuolen in dem centralen Protoplasma-körper ist gering. Vergr. 140.

Taf. II.

Fig. 13—24. Myxastrum radians.

Fig. 13. Myxastrum radians, encystirt, im Ruhezustand: eine homogene farblose Protoplasmakugel, umgeben von einer zähen structurlosen Gallerthülle. Vergr. 450.

Fig. 14. Dasselbe, im Beginne der Entwicklung. Die homogene farblose Protoplasmakugel beginnt durch radiale Zerklüftung (Strahltheilung) in zahlreiche kegelförmige Portionen zu zerfallen, deren Spitzen sich im Centrum der Kugel berühren, während ihre abgerundeten Basen an der Oberfläche der Plasmakugel eine maulbeerförmige Zeichnung hervorrufen. Vergr. 450.

Fig. 15. Dasselbe, weiter entwickelt. Die kegelförmigen Plasmastücke, welche durch die radiale Zerklüftung der encystirten Plasmakugel entstanden, haben Spindelform angenommen, und jedes einzelne hat eine kieselige Hülle ausgeschieden. Das encystirte Myxastrum stellt jetzt ein kugeliges Sporangium dar, welches zahlreiche spindelförmige, kieselschalige, radial gestellte Sporen einschliesst. Vergr. 450.

Fig. 16. Dasselbe Sporangium, wie Fig. 15. Der Focus des Mikroskops ist auf eine meridianale Durchschnittsebene der Kugel eingestellt, so dass man die radiale Stellung der kieselschaligen spindelförmigen Sporen wahrnimmt. Vergr. 450.

Fig. 17. Die leere Kieselschale einer Spore, deren Protoplasmakörper bereits ausgeschlüpft ist. Vergr. 450.

Fig. 18. Eine Spore, deren Sarcodeinhalt aus der Kieselschale auszuschlüpfen beginnt. Vergr. 450.

Fig. 19. Dieselbe Spore, wie Fig. 18, einige Zeit später. Es ist nur noch wenig Sarcode in der Kieselschale. Vergr. 450.

Fig. 20. Der homogene Sarcodeleib einer Spore, welche ihre Kieselschale (Fig. 17) gänzlich verlassen und sich kugelig zusammengezogen hat. Vergr. 450.

Fig. 21. Dieselbe Sarcodekugel, wie Fig. 20, einige Zeit später. Es beginnen überall feine Strahlen aus der Oberfläche vorzutreten. Vergr. 450.

Fig. 22. Ein etwas älteres kugeliges Myxastrum, dessen radiale Pseudopodien schon länger sind. Vergr. 450.

Fig. 23. Ein erwachsenes Myxastrum, während sehr reichlicher Nahrungsaufnahme, im üppigsten Futterzustande. Die radialen Pseudopodien, welche ringsum von der centralen Plasmakugel ausstrahlen, legen sich büschelförmig über den angegriffenen Beutestücken zusammen und drücken diese in den Sarcodeleib hinein. In der Mitte sind drei Naviculen, unten eine Kette von Bacillarien, und oben rechts ein Peridinium gefangen. Körnchen sind in reichlicher Menge im Protoplasma zerstreut. Vergr. 280.

Fig. 24. Ein ausgewachsenes Myxastrum, hungernd, ohne Nahrung. Der ganz homogene Sarcodeleib strahlt ringsum eine sehr grosse Menge von starren einfachen radialen Pseudopodien aus, von denen nur sehr wenige sich verästeln und anastomosiren. Die Zahl der Körnchen im Plasma ist sehr gering. Vergr. 280.

Fig. 25—30. *Protamoeba primitiva*. (Vergr. 400).

Fig. 25. *Protamoeba primitiva*, mit mehreren kurzen Fortsätzen.

Fig. 26. Dieselbe, mit einem langen Fortsatz.

Fig. 27. Dieselbe, im ersten Beginn der Zweitheilung.

Fig. 28. Dieselbe, mit weiter fortgeschrittener Zweitheilung.

Fig. 29. Dieselbe, mit fast vollendeter Zweitheilung.

Fig. 30. Dieselbe, durch vollendete Zweitheilung in zwei Individuen (A und B) zerfallen.

Fig. 31—33. *Myxodictyum sociale*.

Fig. 31. *Myxodictyum sociale*, eine Colonie von siebzehn, durch ein Sarcodenetz verbundenen, actinophrysartigen Moneren. Vergr. 400.

Fig. 32. Ein einzelnes Stück des Sarcodenetzes. Vergr. 600.

Fig. 33. Ein einzelnes Individuum, welches sich von der Colonie der siebzehn Moneren abgelöst hat. Vergr. 400.

II.

Beiträge zur Plastidentheorie.

Hierzu Taf. III. IV.

II.

Beiträge zur Plastikenforschung

Herausg. von Dr. H. W. H. W.

1) Die Plastidentheorie und die Zellentheorie.

Die biologische Theorie, welche ich als Plastidentheorie im dritten Buche meiner generellen Morphologie, und vorzüglich im neunten Capitel begründet habe, ist entsprungen aus dem Bedürfniss, die Zellentheorie auf dem gegenwärtigen Standpunkte ihrer Entwicklung mit der Descendenztheorie in Verbindung und Einklang zu setzen¹⁾.

Fast alle Naturforscher, die nach dem Erscheinen von DARWIN's Werk über die Entstehung der Arten sich zu Gunsten desselben aussprachen und in der Descendenztheorie die einzig mögliche Lösung aller morphologischen Fragen erblickten, gingen zunächst auf die organische Zelle, als auf das gemeinsame Formelement zurück, aus welchem durch unendlich mannichfaltige Anpassung und Umbildung der ganze unermessliche Formenreichthum des Thier- und Pflanzenreichs entsprungen sei. Die Thatsache, dass fast alle Thiere und Pflanzen ihren individuellen Ursprung einer einfachen Zelle verdanken, dass fast alle Sporen und Eier von Thieren und Pflanzen²⁾ wirklich einfache Zellen sind, rechtfertigte unmittelbar den höchst wichtigen Schluss, dass auch die Arten und Stämme, alle grösseren und kleineren Formengruppen

1) HAECKEL, Generelle Morphologie der Organismen. 1866. Vol. I, Cap. IX: Morphologische Individuen erster Ordnung: Plastiden oder Plasmastücke. p. 269 bis 289.

2) Unter Pflanzen-Ei verstehe ich hier natürlich nicht das, was die Botaniker bisher meistens unpassenderweise so nannten, sondern vielmehr die echte Eizelle, welche bei den Phanerogamen »Keimbläschen« oder Embryobläschen genannt wurde.

von Organismen, ihren gemeinsamen historischen oder phyletischen Ursprung einer einzigen einfachen Zelle verdanken. Dieser höchst bedeutende Rückschluss von dem einzelligen Ursprung der Individuen auf den einzelligen Ursprung der Phylen oder Stämme ist unmittelbar gerechtfertigt durch das biogenetische Grundgesetz, welches ich im XX. Capitel der generellen Morphologie (im fünften Buche) mit den folgenden Thesen ausgesprochen habe »40. Die Ontogenese oder die Entwicklung der organischen Individuen, ist unmittelbar bedingt durch die Phylogenese, oder die Entwicklung des organischen Stammes (Phylum), zu welchem dieselben gehören. 41. Die Ontogenese ist die kurze und schnelle Recapitulation der Phylogenese, bedingt durch die physiologischen Functionen der Vererbung (Fortpflanzung) und der Anpassung (Ernährung). 42. Das organische Individuum wiederholt während des raschen und kurzen Laufes seiner individuellen Entwicklung die wichtigsten von denjenigen Formveränderungen, welche seine Voreltern während des langen und langsamen Laufes ihrer paläontologischen Entwicklung nach den Gesetzen der Vererbung und Anpassung durchlaufen haben. 43. Die vollständige und getreue Wiederholung der phyletischen (paläontologischen) durch die ontetische (individuelle) Entwicklung wird verwischt und abgekürzt durch secundäre Zusammenziehung, indem die Ontogenese einen immer geraderen Weg einschlägt; daher ist die Wiederholung um so vollständiger, je länger die Reihe der successiv durchlaufenen Jugendzustände ist. 44. Die vollständige und getreue Wiederholung der phyletischen durch die ontetische Entwicklung wird gefälscht und abgeändert durch secundäre Anpassung, indem sich das Bion während seiner individuellen Entwicklung neuen Verhältnissen anpasst; daher ist die Wiederholung um so getreuer, je gleichartiger die Existenzbedingungen sind, unter denen sich das Individuum und seine Vorfahren entwickelt haben.« (Vergl. auch FRITZ MÜLLER, »Für Darwin«).

Ich habe mir erlaubt, dieses biogenetische Grundgesetz von dem wirklichen Causalnexus der Ontogenie und Phylogenie, der individuellen und paläontologischen Entwicklungsgeschichte hier wörtlich zu wiederholen, weil ich dasselbe für höchst wichtig halte und auch für die nachfolgenden Erörterungen stets im Gedächtniss zu behalten bitte. Denn die physiologischen Gesetze der Vererbung und Anpassung und ihre Wechselwirkung im Kampfe ums Dasein gestatten uns, mit Hülfe jenes Grundgesetzes die Vorgänge der organischen Entwicklung wirklich zu verstehen und als die nothwendigen Folgen von mechanisch wirkenden Ursachen (Causae efficientes) zu erklären. Ohne

jenes Grundgesetz dagegen ist ein wirkliches Verständniss der Erscheinungen in der Entwicklungsgeschichte überhaupt nicht möglich.

Wenn es nun also durch die Anwendung jenes Gesetzes unmittelbar möglich wurde, auf eine einfache organische Zelle, als auf die ursprüngliche gemeinsame Wurzelform aller Organismen zurückzugehen, und wenn demgemäss die einfache Zelle nicht bloß das anatomische Formelement, der gemeinsame Baustein aller Thiere und Pflanzen blieb, sondern auch ihre historische Urform, ihre gemeinsame Stammwurzel wurde, so mussten sich doch alsbald neue Schwierigkeiten für diese Theorie aus den beiden Fragen ergeben: Wo kam die erste Zelle her, welche die Stammform aller folgenden wurde? Und wie verhalten sich jene zahlreichen niederen Organismen, die weder selbst den Formwerth einer Zelle besitzen, noch aus echten Zellen zusammengesetzt sind? Indem wir die Beantwortung der ersten Frage einer nachfolgenden Betrachtung über Moneren und Urzeugung vorbehalten, wollen wir hier zunächst die Erörterung der zweiten Frage in Angriff nehmen.

Als Ausgangspunkt für diese Erörterung muss immer die Thatsache festgehalten werden, dass noch gegenwärtig eine grosse Anzahl von niederen Organismen existirt, auf welche wirklich der Begriff der Zelle in dem üblichen Sinne durchaus nicht angewendet werden kann. Den Begriff der Zelle halten wir dabei in derselben Umgrenzung fest, in welcher er nach dem Vorgange von MAX SCHULTZE gegenwärtig von der grossen Mehrzahl der Histologen angenommen und beibehalten worden ist. Diese Feststellung des heutigen Zellen-Begriffs, die bedeutendste und folgenreichste Reform der Zellenlehre seit SCHLEIDEN und SCHWANN, war zwar schon durch REMAKS wichtige Untersuchungen über die hüllenlosen Furchungskugeln und Embryonalzellen (1850—1855) angebahnt, bestimmt und mit dem vollen Bewusstsein ihrer weitreichenden Tragkraft jedoch erst von MAX SCHULTZE 1860 in seinem Aufsätze über: »Die Gattung Cornuspira unter den Monothalamien etc.« mit den Worten ausgesprochen: »Die Zelle auf dem ursprünglichen membranlosen Zustande stellt nur ein nacktes Protoplasma-Klümpchen mit Kern dar.« (l. c. p. 299). Die ausführlichere Begründung dieses Satzes gab derselbe dann 1861 in dem Aufsätze: »Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe.« Der Hauptsatz desselben: »Eine Zelle ist ein Klümpchen Protoplasma, in dessen Innerem ein Kern liegt« (l. c. p. 11) ist daselbst ausführlich begründet und durch Beispiele erläutert.

Ich selbst hatte mich schon, gelegentlich meiner in Neapel (im Sommer 1859) und in Messina (im Winter 1859/60) angestellten histologischen Untersuchungen, bei vielen niederen Thieren davon überzeugt,

dass wirklich vollkommen membranlose Zellen existiren, die geformte fremde Körper mittelst amoeboider Bewegungen in ihren nackten, weichen Protoplasmaleib aufnehmen können. An einer Thetis fimbria, welche ich behufs Untersuchung des Gefässsystemes mit in Wasser fein zertheiltem Indigo injicirt hatte, machte ich am 10. Mai 1859 in Neapel die Beobachtung, dass die Indigokörnchen in das Innere der Blutzellen massenhaft aufgenommen wurden, und lieferte damit zum ersten Male den thatsächlichen Nachweis, dass feste Körper von nackten Zellen nach Art freier Amoeben »gefressen«, in das Innere ihres hüllenlosen Protoplasma-Leibes aufgenommen werden können¹⁾.

Den Fortschritt, welchen die Zellentheorie durch den wirklichen Nachweis vollkommen membranloser Zellen und durch die von MAX SCHULTZE darauf begründete Reform des Zellenbegriffes machte, war höchst bedeutend, und viel folgenreicher, als damals von den meisten Histologen geahnt wurde. Unter allen Fortschritten, welche sowohl die Morphologie, als die Physiologie der Zelle in dem letzten Decennium gemacht haben, kann sich keiner an folgenschwerer Wichtigkeit mit jener Reform messen. Mit der Hülle, welche nach der herrschenden, von SCHLEIDEN und SCHWANN überkommenen Anschauung jede Zelle umschliessen sollte, mit diesem Dogma von der Bläschen-Natur der Zelle fielen die wichtigsten Schranken, welche bis dahin den freien Fortschritt und die weitere Entwicklung der Zellentheorie gehemmt hatten.

Allerdings entstanden schon gleich im Beginn dieser weiteren Entwicklung neue Schwierigkeiten. Die umfassenden Studien, welche grade in jenen Jahren über viele bis dahin wenig oder gar nicht bekannte niedere Organismen angestellt worden waren, die Untersuchungen von MAX SCHULTZE über verschiedene Rhizopoden, von DE BARY über die Myxomyceten, von CLAPARÈDE und LACHMANN über die Infusorien, meine eigenen Arbeiten über die Radiolarien, lehrten eine Menge von Organismen kennen, bei denen der kaum gewonnene neue Zellenbegriff aufs Neue durch die Thatsachen gefährdet oder überhaupt nicht anwendbar erschien. Indessen war MAX SCHULTZE, der diese neuen Schwierigkeiten wohl erkannte, auch sogleich bemüht, sie aus dem Wege zu räumen. Er führte schon in der Arbeit über *Cornuspira* den Nachweis, dass die contractile, festflüssige, eiweissartige Substanz, welche den wichtigsten Leibesbestandtheil der genannten Organismen und insbesondere aller Rhizopoden bildet, und welche seit DUJARDIN unter dem Namen Sarcode bekannt war, mit dem Zellen-Protoplasma der höheren

1) HAECKEL, Monographie der Radiolarien (1862), p. 104.

Thiere und Pflanzen identisch sei. SCHULTZE nahm an, dass dieses Protoplasma oder die Sarcode der Rhizopoden, welche, nackt in das umgebende Wasser hineinragend, die bekannten formwechselnden Pseudopodien bildet, aus Zellen entstanden sei, und glaubte damit den »Triumph der Zellentheorie auch über diese niedersten organischen Gebilde ausgedrückt zu haben«. In seiner trefflichen Schrift über »das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen« (1863) ist diese Anschauung ausführlich begründet. Ich werde darauf nachher in dem Abschnitt über »die Plastiden und das Protoplasma der Rhizopoden« noch näher zurückkommen.

Die Theorie, dass die früher sogenannte Sarcode der Rhizopoden und anderer Protisten wirklich als freies, nacktes, hüllenloses Protoplasma, gleich demjenigen der Thier- und Pflanzenzellen zu betrachten sei, und dass also in allen Organismen ohne Ausnahme überall eine eiweissartige, festflüssige, contractile Substanz, das Plasma oder Protoplasma, der wichtigste Körperbestandtheil und der eigentliche Träger der Lebenserscheinungen sei, diese »Protoplasma-Theorie« kann jetzt als fast allgemein anerkannt gelten. Denn in der That hat sich bei allen Organismen, ohne eine einzige Ausnahme, dieses Protoplasma im ersten Beginne der individuellen Existenz des Organismus, im Eizustande oder im Sporenzustande, als der wesentlichste, wenn nicht einzige Körperbestandtheil herausgestellt. Anders aber verhält es sich mit dem zweiten Theile von SCHULTZE's Theorie, dass das nackte Protoplasma oder die Sarcode vieler niederen Organismen in allen Fällen »aus Zellen entstanden« sei. Für viele der niedersten Organismen ist dieser Satz nicht haltbar und grade dieser Umstand hat mich zu meiner Plastidentheorie geführt.

Es sind nämlich inzwischen, zum grossen Theile durch meine eigenen Untersuchungen, eine grosse Anzahl von niedersten Organismen bekannt geworden, deren Sarcodekörper oder Plasmaleib zu keiner Zeit des Lebens eine Spur von Kernen zeigt, und bei denen demgemäss nach SCHULTZE's eigener Zellendefinition von einem Zusammenhange mit einer Zelle überhaupt nicht die Rede sein kann. Vergeblich suchen wir nach Kernen in dem structurlosen Körper der Moneren, der zeitlebens einzig und allein aus homogenem Protoplasma besteht. Vergeblich suchen wir nach Kernen in dem Sarcode-Körper der meisten Polythalamien und vieler anderen Acyttarien oder niederen Rhizopoden. Ebenso lassen sich keine Kerne auffinden in dem Protoplasma von vielen anderen Organismen aus jener zweifelhaften, zwischen Thierreich und Pflanzenreich mitten inne stehenden Gruppe von niederen Organismen, die weder echte Thiere, noch echte Pflanzen sind, und die ich als

»Reich der Protisten« im siebenten Capitel der generellen Morphologie aufgestellt und in meiner Monographie der Moneren näher erörtert habe.

Dass dieser absolute Mangel von Zellenkernen in dem Protoplasma zahlreicher Protisten eine Thatsache von schwerem Gewichte ist und nothwendig eine Modification der Zellentheorie bedingen muss, habe ich schon an jenen Orten ausgeführt und in meiner Plastidentheorie ausgedrückt. Denn ich bin mit SCHULTZE, GEGENBAUR und anderen Histologen der Ansicht, dass der Zellkern ein histologisches Element von grösster Bedeutung bleibt, wenn uns auch seine specielle Function noch heute fast eben so dunkel ist, wie zu SCHLEIDENS und SCHWANN'S Zeiten. Vielleicht vertheilen sich in der kernhaltigen Zelle die beiden formbildenden Functionen des elementaren Organismus in der Weise auf ihre beiden activen Hauptbestandtheile, dass der innere Kern die Fortpflanzung und Vererbung, das äussere Protoplasma die Ernährung und Anpassung vorzugsweise und oft vielleicht ausschliesslich vermittelt (Gen. Morph. I, p. 287). Vielleicht ist die Arbeitstheilung zwischen Nucleus und Plasma von anderer Bedeutung. Wenn wir aber bedenken, dass der Kern in den wichtigsten organischen Zellen, in denjenigen, welche ursprünglich den ganzen individuellen Organismus für sich repräsentiren, in den Eiern und Sporen aller höheren Thiere und Pflanzen niemals fehlt, und wenn wir ferner erwägen, dass in allen echten Zellen der Kern und das Plasma ursprünglich die beiden einzigen Formbestandtheile sind, und oft zeitlebens die einzigen bleiben, so geht schon hieraus die fundamentale Bedeutung des Kernes unzweifelhaft hervor. Dieselbe hier besonders zu betonen erscheint deshalb passend, weil in neuerer Zeit von mehreren Seiten Versuche gemacht worden sind, den Nucleus als einen ganz unbedeutenden und untergeordneten Bestandtheil der Zelle in seinem morphologischen und physiologischen Werthe herabzudrücken und etwa den Fettkörnern, Stärkekörnern und anderen secundären »Zelleninhalts-theilen« oder »Plasma-Producten« an die Seite zu stellen. Wenn in neuester Zeit sogar einzelne Beobachter so weit gegangen sind, den Kern als ein »Kunstproduct«, als einen in natura nicht präexistirenden Bestandtheil hinzustellen, so lässt sich dagegen nur erwidern, dass diese Histologen niemals durchsichtige Theile von lebenden Thieren untersucht haben müssen, in denen man, vorzüglich in den ganz durchsichtigen pelagischen Seethieren, den Kern innerhalb der Zellen, in den unverletzten lebenden Thieren jederzeit mit Leichtigkeit nachweisen kann.

Wenn man nun einerseits diese hohe Bedeutung des Zellenkernes und seine allgemeine Verbreitung in den Zellen der höheren Organis-

men, andererseits aber die Thatsache erwägt, dass in dem Protoplasma-Leibe vieler niederer Organismen wirklich jeder Nucleus zeitlebens fehlt, so lässt sich meiner Ansicht nach dieses Verhältniss nur dadurch einfach und klar in die Zellentheorie einfügen, dass man die echten, d. h. kernhaltigen Zellen als höher entwickelte Elementar-Organismen betrachtet und scharf unterscheidet von den niederen, kernlosen Plasmastücken, für welche ich in meiner Individualitätslehre die Bezeichnung Cytoden oder Cellinen vorgeschlagen habe.

Beide verschiedenen Formen von Elementar-Organismen betrachte ich als selbständige »Individuen erster Ordnung« und fasse sie als solche unter dem Namen der Bildnerinnen oder Plastiden zusammen. Für die phyletische Entwicklungsgeschichte der Organismen ist aber diese Unterscheidung der kernlosen von den kernhaltigen Plastiden von der grössten Bedeutung. Denn die ersteren, die Cytoden oder Cellinen, stellen den ursprünglichen und niederen Zustand der Plastide dar, die letzteren, die Zellen, den späteren und höher entwickelten Zustand. Durch Urzeugung können ursprünglich nur ganz einfache Cytoden, wie die Moneren sind, entstanden sein. Erst später haben sich im Laufe der phyletischen Entwicklung aus den kernlosen Cytoden durch Differenzirung des inneren Kernes und des äusseren Cytoplasma die Zellen entwickelt. Diesen phyletischen Entwicklungsprocess würden uns noch gegenwärtig im Laufe ihrer individuellen Entwicklung jene Plastiden wiederholen und dem oben angeführten ontogenetischen Grundgesetz entsprechend recapituliren, welche aus dem ursprünglichen kernlosen Cytoden-Zustande später in den kernhaltigen Zellenzustand übergehen. Durch diese Plastiden-Theorie wird die Zellen-Theorie in einer Weise modificirt, welche es gestattet, dieselbe mit dem Beginne der Phylogenie, mit der Urzeugungshypothese und mit der ganzen natürlichen Geschichte der Erde in Zusammenhang zu bringen, und ein wirkliches historisches Verständniss von der paläontologischen Entwicklung des Zellenlebens zu gewinnen.

Bei allen denjenigen Organismen (und das ist die grosse Mehrzahl), welche ihren individuellen Ursprung aus einer kernhaltigen Zelle nehmen, sei dieselbe nun Ei oder Spore, können echte und ursprüngliche Cytoden natürlich nicht mehr vorkommen. Denn alle später den Körper zusammensetzenden Plastiden müssen von jener ersten echten Zelle abstammen und gleich dieser ursprünglich kernhaltige Zellen sein. Wenn also auch hier später oft kernlose Plastiden sich vorfinden, so müssen dieselben durch Rückbildung, durch Verlust des Kernes, aus echten kernhaltigen Zellen hervorgegangen sein. Solche Schein-Cytoden sind

z. B. die rothen Blutzellen und die verhornten Epidermisplatten der Säugethiere. Um diese rückgebildeten kernlosen Zellen von den ursprünglich kernlosen Cytoden zu unterscheiden, ist es vielleicht passend, die ersteren mit dem Namen Dyscytoden zu belegen.

Die grösste Bedeutung messen wir natürlich unserer Plastidentheorie für das Verständniss der Entwicklungsgeschichte oder Biogenie der Plastiden bei, und auch hier muss nothwendig wieder das biogenetische Grundgesetz von dem Causalnexus der phyletischen und ontetischen Entwicklung zur Geltung kommen. Vielleicht werden uns hier die ersten Vorgänge bei der Entwicklung des individuellen Organismus mit Hülfe jener Theorie noch zu sehr wichtigen Erkenntnissen verhelfen. Wie bekannt, sind noch gegenwärtig die Ansichten über das Verhalten der Eizelle und ihres Kerns bei dem Beginne der Furchung getheilt. Die Einen behaupten, dass die Kerne der Furchungszellen directe Abkömmlinge des Eikernes sind und aus dessen Theilung hervorgehen. Dies Verhalten ist von BÄR bei Echinus, von JOHANNES MÜLLER bei Entoconcha, von GEGENBAUR bei Sagitta und verschiedenen Siphonophoren, von LEYDIG bei verschiedenen Wirbellosen und neuerdings von mir selbst wieder bei mehreren Siphonophoren positiv beobachtet worden. Die Anderen behaupten dagegen, dass in vielen (keineswegs in allen) Fällen das Keimbläschen verschwinde und dann nachher ein neuer Kern entstehe, aus dessen wiederholter Theilung die Kerne der Furchungszellen hervorgehen. Wenn diese letztere, negative Beobachtung richtig ist, so wäre dieser Vorgang vielleicht als ein Rückschlag der Zellenform in die ursprüngliche Cytodenform aufzufassen. Der individuelle Entwicklungscyclus würde dann mit einem ontetischen Zurückgehen auf jenes primitive Cytoden-Stadium des einfachen Moneres beginnen, welches wir rückbeziehen müssen auf den phyletischen Anfangszustand des ganzen Stammes, aus dem sich der betreffende Organismus entwickelt hat.

2) Bathybius und das freie Protoplasma der Meerestiefen.

Hierzu Taf. III.

1. HUXLEY'S Untersuchung des Bathybius.

Unter allen bisher beobachteten Moneren-Formen vielleicht die wichtigste und merkwürdigste ist der von HUXLEY entdeckte und als

Bathybius Haeckelii beschriebene Organismus¹⁾. Dieses höchst interessante Moner scheint in ungeheuren Massen die tiefsten Abgründe des Meeres, gewöhnlich von 5000 Fuss an bis über 25,000 Fuss hinunter zu bedecken, bald in Form von amoeboiden Cytoden, gleich der Protamoeba, bald in Form von netzförmigen Plasmodien, gleich einem ausgebreiteten Protogenes oder Myxodictyum, und gewöhnlich in Verbindung mit den eigenthümlichen Körperchen, welche HUXLEY als Discolithen, Cyatholithen und Coccosphaeren beschrieben hat.

Die wichtigste Thatsache, die aus HUXLEY's sehr sorgfältigen Untersuchungen des Bathybius hervorgeht, ist, dass der Meeresgrund des offenen Oceans in den bedeutenderen Tiefen (unterhalb 5000 Fuss) bedeckt ist mit ungeheuren Massen von freiem lebenden Protoplasma, und dieses Protoplasma verharret hier in der einfachsten und ursprünglichsten Form, d. h. es hat überhaupt noch gar keine bestimmte Form, es ist noch kaum individualisirt. Man kann diese höchst merkwürdige Thatsache nicht ohne das tiefste Staunen in nähere Erwägung ziehen, und muss dabei unwillkürlich an den »Urschleim« OKENS denken. Dieser universale Urschleim der älteren Naturphilosophie, der im Meere entstanden sein und der Urquell alles Lebens, das productive Material aller Organismen sein sollte, dieser berühmte und berüchtigte Urschleim, dessen umfassende Bedeutung eigentlich schon implicite durch MAX SCHULTZE's Protoplasma-Theorie begründet war, — er scheint durch HUXLEY's Entdeckung des Bathybius zur vollen Wahrheit geworden zu sein!

Die äussere Veranlassung zur Entdeckung dieser submarinen Urschleim-Lager gaben die grossartigen Untersuchungen des Tiefseegrundes, welche seit dem Jahre 1857 in dem Nord-Atlantischen Ocean behufs Legung des transatlantischen Telegraphen-Kabels angestellt wurden. Zuerst stiess man darauf bei der Untersuchung des atlantischen »Telegraphen-Plateau«, jener mächtigen Tiefsee-Ebene, welche mit einer durchschnittlichen Tiefe von 12,000 Fuss sich von Irland bis Neufundland erstreckt und nach Süden gegen die Azoren hin in noch beträchtlichere Tiefen abfällt. Capitän DAYMAN, der Commandant des englischen Kriegsschiffes »Cyclops«, welcher 1857 zuerst dieses Telegraphen-Plateau genauer untersuchte, fand seinen Boden überall mit einem äusserst feinpulverigen, zähen und klebrigen Schlamm bedeckt. HUXLEY, der einen Theil dieses Schlammes zur Untersuchung erhielt, fand darin grosse Mengen von eigenthümlichen runden Körperchen, die

1) HUXLEY, On some organisms living at great depths in the north-atlantic ocean. Journal of microscopical science, Vol. VIII, N. S. 1868; p. 1, Pl. IV.

er Coccolithen nannte. Dieselben waren meist elliptische Scheiben und bestanden aus concentrisch geschichteten Lagern von kohlensaurem Kalk, die ein helleres Centrum einschlossen; sie zeigten eine gewisse Aehnlichkeit mit Protococcus-Zellen oder mit gewissen Formen von Amylum-Körnern.

Dieselben Coccolithen wurden sodann von Dr. WALLICH wieder gefunden, welcher die Expedition des englischen Kriegsschiffes »Bulldog« begleitete, die unter Führung von Capitän Mc. CLINTOCK 1860 den atlantischen Tiefgrund zwischen den Far-Oer, Grönland und Labrador zu untersuchen hatte. Auch hier enthielt der feinkörnige klebrige Meeresschlamm Massen von Coccolithen, und ausserdem grössere kugelige Körperchen, die fast aussahen, als ob sie aus vielen Coccolithen zusammengesetzt seien. Dr. WALLICH nennt diese Kugeln Coccosphæren und vermuthet, dass die Coccolithen aus Coccosphæren hervorgegangen, und dass sie identisch seien mit ähnlichen Körperchen, welche schon früher SORBY in der Kreide beobachtet hatte.

In der That enthält die Kreide Mengen von Coccolithen und Coccosphæren, welche nach den übereinstimmenden Untersuchungen von SORBY und HUXLEY ganz denjenigen gleichen, die noch jetzt so massenhaft in dem klebrigen Schlamme der grössten Meerestiefen vorkommen. Schon SORBY hatte behauptet, dass dieselben nicht etwa krystallinischer, sondern organischer Natur seien.

Im Jahre 1868 nun nahm HUXLEY eine erneute Untersuchung jenes Tiefseeschlammes mit Hülfe eines ausgezeichneten Mikroskops von ROSS vor, und die höchst bedeutsamen Resultate dieser Untersuchung sind in dem vorher erwähnten Aufsätze mitgetheilt und durch eine Tafel Abbildungen illustirt.

Das Wichtigste, was HUXLEY bei der erneuten, gründlichen und durch sorgfältige mikrochemische Analyse erweiterten Untersuchung des atlantischen Tiefseeschlammes entdeckte, war der Nachweis, dass dieser Schlamm zu einem sehr grossen Theile aus nackten, freien Protoplasma-Klumpen besteht. »Diese Klumpen sind von allen Grössen, von Stücken, die mit blossem Auge sichtbar sind, bis zu äusserst kleinen Partikelchen. Wenn man sie der mikroskopischen Analyse unterwirft, zeigen sie — eingebettet in eine durchsichtige, farblose und structurlose Matrix — Körnchen, Coccolithen und zufällig hineingerathene fremde Körper.« Die Körnchen variiren in Grösse vom vierzigtausendsten bis zum achttausendsten Theile eines Zolles und sind in Haufen von verschiedener Grösse und Beschaffenheit versammelt. Die einen Haufen sind ganz unregelmässige Streifen, während die anderen eine bestimmt umgrenzte, ovale oder rundliche Form besitzen. Einige

Haufen erreichen einen Durchmesser von ein Tausendstel Zoll und mehr, während andere nicht mehr als den dritten oder vierten Theil so gross sind. Die kleinsten Körner sind rund. Von den grösseren sind manche biconcave ovale Scheiben, andere ruthenförmig, die grössten unregelmässig. Jod färbt die Körner gelb, während sie die Matrix nicht afficirt. Verdünnte Essigsäure löst rasch alle Körnchen bis auf die feinsten, scheint aber die Matrix nicht zu verändern. In mässig starken kaustischen Alkalien schwillt die Matrix auf. Die Körnchen werden durch schwache Alkalien wenig afficirt, aber durch starke gelöst. HUXLEY konnte an den Körnerhaufen weder eine Spur von einem eingeschlossenen Kern, noch von einer umhüllenden Membran entdecken. In der Mehrzahl der Körnerhaufen fand er einzelne oder mehrere Coccolithen liegen, bald mehr oberflächlich, bald mehr in der Mitte der Körnerhaufen; im letzteren Falle sind sie fast immer klein und unvollkommen entwickelt.

HUXLEY unterscheidet zwei verschiedene Formen von Coccolithen, welche er Discolithen und Cyatholithen nennt. Die Discolithen sind ovale, concentrisch geschichtete Scheiben, plan- oder etwas concav-convex, mit einem schmalen vorspringenden Rande auf der convexen Seite, so dass sie die Form eines Spucknapfes oder einer Blumentopf-Unterschale annehmen. Die Cyatholithen haben eine noch auffallendere Gestalt. Sie gleichen nämlich ganz den gewöhnlichen Hemdenknöpfchen oder Manchettenknöpfchen und bestehen aus zwei parallelen, ovalen oder kreisrunden Scheiben, welche durch einen sehr kurzen, cylindrischen Mitteltheil fest miteinander verbunden sind. Wie gewöhnlich bei den Manchettenknöpfchen, ist die eine von den beiden parallelen Scheiben plan, die andere concav-convex.

Die Coccolithen bestehen keineswegs bloss aus kohlen-saurem Kalk, sondern zugleich immer aus einer gewissen Menge organischer Substanz, die auf das Innigste mit ersterem verbunden ist; wie die chemische Reaction ergiebt, ist diese organische Substanz als mehr oder weniger verändertes Protoplasma aufzufassen. Durch starke Säuren werden die Coccolithen rasch und vollständig aufgelöst. Wenn man aber langsam schwache Essigsäure einwirken lässt, so wird der kohlen-saure Kalk allmählich ausgezogen und es bleibt ein äusserst zarter, fein granulirter Rest von organischer Substanz zurück, der in Form und Grösse ganz dem ursprünglichen Coccolithen gleicht. Durch starke Lösungen von kaustischen Alkalien werden die Cyatholithen ebenso wie die Discolithen vollständig zerstört.

Die Cocco-sphaeren fand HUXLEY immer sehr spärlich im Verhältniss zu den Coccolithen. Er unterscheidet von ersteren zwei verschie-

dene Formen, einen lockeren und einen compacten Typus. Die compacten Coccosphaeren scheinen aus dicht zusammengedrängten, die lockeren Coccosphaeren dagegen aus lose zusammengehäuften Cyatholithen zusammengesetzt zu sein. Während SORBY glaubt, dass die Cyatholithen durch Zertrümmerung der Coccosphaeren entstehen, hält HUXLEY es umgekehrt für mehr wahrscheinlich, dass die Coccosphaeren durch Aggregation von Cyatholithen zu Stande kommen. Vielleicht haben aber auch beide Formen nichts mit einander zu thun. Jedenfalls würde nicht eine von beiden Formen als nothwendiges Entwicklungsstadium der anderen anzusehen sein, da man sowohl von den Coccosphaeren als von den Cyatholithen Formen von allen verschiedenen Grössen findet.

Was nun endlich die Deutung dieses höchst merkwürdigen Befundes betrifft, so glaubt HUXLEY, dass alle diese verschiedenen Formen von Kalk-Körperchen, und zwar die Coccosphaeren sowohl als die Coccolithen (Discolithen und Cyatholithen) als verkalkte Protoplasmastücke zu betrachten sind, und morphologisch vergleichbar den Spicula der Radiolarien und Spongien. Die massenhaft im Tiefseeschlamme zerstreuten Protoplasmaklumpen, welche HUXLEY unter dem Namen *Bathybius* als eine besondere Monerenform beschreibt, würden sich demnach zu den darin enthaltenen Coccolithen und Coccosphaeren ähnlich verhalten, wie die Weichtheile von Sphaerozoen oder von Spongien zu den von ihnen producirtten Spicula.

Dem Exemplare der genannten Abhandlung über den *Bathybius*, welches mir HUXLEY freundlichst übersendete, hat der Verfasser noch eigenhändig am 16. October 1868 die sehr wichtige Bemerkung beige-fügt: »In einer der Tiefsee-Grundproben, welche ich soeben durch CARPENTER und WYVILLE THOMSON aus der Nordsee erhalten habe, finde ich den *Bathybius Haeckelii* in Form eines Netzwerks von Protoplasma.«

Bei der ausserordentlichen Bedeutung, welche der merkwürdige *Bathybius* für die Plastiden-Theorie und die Urzeugungsfrage besitzt, musste es mir natürlich äusserst erwünscht sein, diese wichtige Monerenform selbst untersuchen zu können. Im letzten Herbste wurde mir dazu unverhoffte Gelegenheit. Mein verehrter College, Herr Professor PREYER, hatte die Güte, mir ein Gläschen mit Tiefseeschlamm zu überlassen, welches er durch Herrn Randropp in Thorshavn auf den Faroer erhalten hatte. Dieses Gläschen trägt die Aufschrift: »Dredged of Professor THOMSON and Dr. CARPENTER with the Steamer Porcupine on 2435 fathoms. 22. Juli 1869. Lat. $47^{\circ} 38''$. Long. $12^{\circ} 4''$.«

Der Schlamm, welcher dieses Gläschen in Weingeist wohl conser-

virt erfüllte, zeigte die bereits bekannten Charaktere und zeichnete sich namentlich durch seine enorm klebrige Beschaffenheit aus. Selbst in dem Weingeist war diese zähe Adhäsionskraft, die offenbar vorzugsweise, wenn nicht ausschliesslich, den darin enthaltenen Protoplasma-massen zuzuschreiben ist, noch so auffallend, dass der Schlamm an eingestochenen Nadeln beim Herausziehen eben so fest haftete, wie etwa eine dickflüssige Lösung von Canada-Balsam oder Honig. In Weingeist zeigte der äusserst feinkörnige Schlamm eine blass bräunlich graue Farbe und eine scheinbar ganz homogene Beschaffenheit. Getrocknet bildete er ein äusserst feines, grauweisses Pulver, sehr ähnlich feiner Schlemmkreide.

Ueber die Resultate meiner Untersuchung dieses Schlammes, welche ich mit möglichster Sorgfalt und Vorsicht auszuführen bestrebt war, kann ich mich im Ganzen ziemlich kurz fassen. Im Wesentlichen kann ich alle Angaben von HUXLEY bestätigen, doch auch nach einigen Richtungen hin dieselben vervollständigen und erweitern. In Betreff des wichtigsten Verhältnisses, nämlich des freien Protoplasma, habe ich namentlich durch die Anwendung der Carmin-Tinction, die von HUXLEY nicht versucht worden zu sein scheint, einige wichtige ergänzende Resultate erhalten.

2. Zusammensetzung des Bathybius-Schlammes.

Meine ersten Versuche mit dem Bathybius-Schlamm waren darauf gerichtet, die Qualität und Quantität des freien Protoplasma in demselben näher zu bestimmen. Die Behandlung desselben mit ammoniakalischer Carminlösung gab in dieser Beziehung die überraschendsten Resultate. Es zeigte sich sofort, dass die Quantität der durch Carmin roth gefärbten Substanz, die ich auch auf Grund anderer ergänzender Reactionen entweder als eigentliche Protoplasmakörper, oder doch als diesen nächstverwandte, stickstoffhaltige und sicher zum grössten Theile eiweissartige Verbindungen ansehen musste, höchst beträchtlich war. In der mir übersendeten Grundprobe scheinen diese durch Carmin sich roth färbenden Substanzen sehr gleichmässig durch die ganze Schlamm-masse verbreitet zu sein, in den verschiedenen Formen, die ich sogleich beschreiben werde. Soweit eine annähernd sichere Schätzung in diesem Falle möglich ist, scheint mir in den meisten von mir untersuchten Theilen der Grundprobe die gesammte Quantität der durch Carmin sich roth färbenden Substanz mindestens ein Zehntel bis ein Fünftel des Gesamtvolums zu betragen. An manchen Präparaten betrug sie selbst die grössere Hälfte. Daher erscheint der mit Carmin gefärbte Schlamm auch für das blosse Auge grau-röthlich oder blass-bräunlich-

roth (selbstverständlich nach sorgfältigem Auswaschen der gefärbten Masse). Noch viel intensiver tritt die röthliche Farbe hervor, wenn man durch verdünnte Salzsäure allen kohlensauren Kalk entfernt hat. Die Menge der geformten, in dem Protoplasma zerstreuten Kalkkörperchen, der Coccolithen und Coccosphaeren, war in meiner Grundprobe höchst beträchtlich. Nach ganz ungefähren Schätzungen mag sie bald etwa ein Drittel oder ein Viertel, bald nur ein Zehntel bis ein Zwanzigstel von der Quantität des Protoplasma betragen. Bevor ich nun die verschiedenen Formen beschreibe, welche die durch Carmin sich roth färbenden nackten Körperchen des Schlammes darbieten, will ich erst noch die übrigen geformten Bestandtheile anführen, die ausserdem den Schlamm constituiren. Es sind folgende:

1. Globigerinen in sehr grosser Menge, und in allen Grössen und Stadien der Entwicklung, zum grössten Theile noch vollständig mit Protoplasma erfüllt. Auch HUXLEY fand in seinen Grundproben, dass die Globigerinen einen sehr ansehnlichen Theil des Schlammes ausmachen, und wirft dabei die Frage auf: »In Erwägung, dass alle Spuren von Reproductionsvorgängen bei den Globigerinen zu fehlen scheinen, ist es vielleicht möglich, dass diese einfach mit Schalen versehene Abkömmlinge von so einfachen Lebensformen wie *Bathybius* sind, der sich gewöhnlich nur in seiner nackten, einfachsten Form fortpflanzt?«

2) Acyttarien (Monothalamien und Polythalamien) aus verschiedenen Familien, in sehr geringer Menge, insbesondere einzelne Rotalien, Textilarien und Polystomellen; ferner einzelne sehr grosse Monothalamien. Unter diesen sind bemerkenswerth mehrere Formen von Cornuspiren, Ovulinen und Verwandten.

3) Radiolarien in ziemlich grosser Menge, obwohl viel spärlicher als die Globigerinen, meistens leere Kieselschalen, selten mit wohl erhaltener Centralkapsel und übrigen Weichtheilen. Die meisten Radiolarienformen gehören den Familien der Cyrtiden, Ommatiden und Disciden an. Selten sind dazwischen einzelne Schalen von anderen Familien und zerstreute Spicula von Sphaerozoen.

4) Diatomeen in ziemlich grosser Menge, jedoch zum grössten Theile nur Coscinodisken, sehr wenige andere Formen, *Navicula*, *Surirella* etc.

5) Spicula von Spongien, und zwar nur Kieselnadeln, in sehr geringer Menge und meist zertrümmert.

6) Anorganische Fragmente, theils krystallinischer, theils nicht krystallinischer Natur, in ansehnlicher, jedoch verhältnissmässig nicht bedeutender Menge. Einerseits sind dieselben meistens

nur sehr klein, und andererseits treten sie auch im Ganzen gegen die überwiegende Masse der genannten organisirten Bestandtheile auffallend zurück.

Bei dieser ganz eigenthümlichen und wie es scheint sehr constanten Zusammensetzung des von mir untersuchten Tiefsee-Grundschlammes ist es vielleicht nicht ohne Interesse, alle diejenigen harten Skelettheile von Seethieren namhaft zu machen, die man mit mehr oder minder grosser Wahrscheinlichkeit noch in demselben erwarten sollte, die sich aber merkwürdigerweise entweder gar nicht oder nur in sehr geringen Spuren, in ganz vereinzelter Fragmenten vorfinden. Diese vermissten Bestandtheile sind:

- 1) Knöcherne Skelettheile von Fischen.
- 2) Chitin-Skelettheile von Crustaceen.
- 3) Kalkschalen von Mollusken.
- 4) Kalkskelete von Echinodermen.
- 5) Kalkskelete von Korallen.

Was nun den Ursprung der verschiedenen vorher aufgeführten Bestandtheile des Bathybiusschlammes anbetrifft, so darf nicht übersehen werden, dass ein grosser Theil derselben wahrscheinlich die Skelettheile oder Skelete von pelagischen Organismen sind, die an der Oberfläche des offenen Meeres lebten, die aber nach dem Tode auf den Boden sanken. Dies gilt namentlich, wie schon HUXLEY hervorhebt, wahrscheinlich von allen Radiolarien und Diatomeen (mit Ausnahme der Coscinodisken?), vielleicht auch von einem Theile der Globigerinen. (?)

Ich komme nunmehr zur Beschreibung der verschiedenen Formen von Protoplasmakörpern in diesem Schlamm, welche ich als solche mit Recht in Anspruch nehmen zu dürfen glaube. Alle diese Formen zeigen die chemischen Reactionen, welche allgemein als charakteristisch für das Protoplasma angesehen werden.

3. Structur und Form des Bathybius-Protoplasma.

Ogleich das Protoplasma von Bathybius, wie von den übrigen Moneren, in gewissem Sinne als »formlos und structurlos« zu bezeichnen ist, so zeigen sich dennoch einerseits in den äusseren Umrissen der Plasmastücke, andererseits in der histologischen Beschaffenheit derselben mehrfache Verhältnisse, die eine besondere Erörterung nöthig machen. Die Structur- und Formverhältnisse des Protoplasma von Bathybius zeigten sich in der von mir untersuchten Grundprobe mannichfaltiger und zum Theil auch anders, als es nach HUXLEY's Angaben in dem von ihm untersuchten Grundschlamm der Fall war. Ich werde dieselben daher hier so genau als möglich schildern.

HUXLEY unterscheidet in dem Protoplasma seines Bathybius zweierlei Substanzen, nämlich erstens eine farblose, formlose und structurlose durchsichtige Matrix, und zweitens verschieden geformte Haufen von Körnern, welche in diese eingebettet sind. Obwohl er beide zusammen für Protoplasma erklärt, so giebt er doch selbst bemerkenswerthe Unterschiede in dem chemischen Verhalten derselben an. Die »Körnerhaufen« färbten sich durch Jod gelb und wurden durch verdünnte Essigsäure rasch gelöst, während die gallertartige »Matrix« durch beide Reagentien nicht afficirt wurde. Dagegen bewirkte eine mässig starke Lösung von kaustischem Alkali eine Anschwellung der Matrix, während sie die Körnchenhaufen wenig veränderte. HUXLEY vergleicht fernerhin diese gallertartigen Protoplasamassen einem »Meerqualster« von Sphaerozoen, aus dem man die »Centralkapseln« entfernt hat. Dieser Vergleich ist in der That ziemlich zutreffend.

In dem von mir untersuchten Grundschlamme ist das Protoplasma zum grössten Theil in anderer Form enthalten, nämlich ohne die »gallertige Matrix« von HUXLEY. Allerdings kommen daneben auch vielfach structurlose Gallertstücke vor, welche Protoplasmahaufen einschliessen und das von demselben beschriebene Verhalten zeigen (Fig. 5). Allein die grössere Hälfte der von mir untersuchten Plasmastücke (— ich glaube annehmen zu dürfen, mehr als zwei Drittel derselben —) zeigt keine Spur von jener Matrix. Keineswegs ist dieselbe ein constanter Begleiter der »Körnerhaufen«, vergleichbar einer »Grundsubstanz«, in welche die letzteren eingebettet sind.

Was nun zunächst die eigentliche Beschaffenheit dieser »gallertigen structurlosen Matrix« betrifft, so kann dieselbe nach HUXLEY's eigenen Angaben nicht als wirkliches Protoplasma betrachtet werden. Schon allein der Umstand, dass dieselbe durch Jod nicht gelb gefärbt wird, scheint mir dies hinreichend zu beweisen. Denn wie verschiedenartige Modificationen auch das Protoplasma zeigt, so verliert es doch als solches niemals die Eigenschaft, durch Jod mehr oder minder intensiv gelb oder gelbbraun gefärbt zu werden. Dazu kommt nun aber noch, dass, wie meine oft wiederholten Versuche zeigen, jene Matrix auch durch Carmin nicht roth, durch Salpetersäure nicht gelb gefärbt wird. Auch Salzsäure und verdünnte Schwefelsäure bringen keinen besonderen Effect hervor, ausser einer mässigen, offenbar durch Wasserentziehung bedingten Schrumpfung. In Alkalien dagegen quillt sie auf. Alle diese Reactionen beweisen, dass die Matrix jenen wasserreichen, indifferenten Gallertformen ziemlich nahe steht, wie sie die Hauptmasse des Medusenkörpers bilden. HUXLEY selbst vergleicht sie auch ganz passend der structurlosen, in ihren Reactionen sich ähnlich verhaltenden Gallert-

masse, welche von den sterbenden Radiolarien ausgeschwitzt wird. Ich möchte daher auch annehmen, dass diese Gallertmatrix beim lebenden Bathybius gar nicht existirt, und vielmehr ein »Leichenphänomen« ist, ein Plasmaproduct, welches beim Absterben desselben entsteht. In dieser Vermuthung bestärkt mich der Umstand, dass die meisten Plasmastücke, welche von einer solchen Gallertschicht umgeben sind, nicht die Form von amoeboiden Stücken, netzförmigen Strängen u. s. w. zeigen, sondern von abgerundeten Klumpen, welche mehr oder minder zusammengezogen oder bröckelig erscheinen (Fig. 5).

Als echtes Protoplasma des Bathybius betrachte ich nur diejenigen Stücke, welche folgende, für diese Substanz charakteristische Reactionen zeigen: 1) Rothe Färbung durch ammoniakalische Carminlösung; 2) gelbe Färbung durch Jod (Jod in Jodkalium gelöst); 3) gelbe Färbung durch Salpetersäure. Diese drei Reactionen, die zuverlässigsten und unfehlbarsten unter allen für Protoplasma angegebenen, fand ich bei allen den Protoplasten, welche ich in den folgenden Zeilen als solche beschreiben werde. Die in der mikrochemischen Praxis wichtigste Reaction, die rothe Carminfärbung, trat bei Bathybius bald mehr, bald minder intensiv ein, besonders schön, nachdem das Präparat vorher mit verdünnter Essigsäure oder Salzsäure behandelt war.

Gegen saure und alkalische Lösungsmittel verhalten sich bekanntlich die verschiedenen Modificationen des Protoplasma ziemlich verschieden. Dasjenige des Bathybius wurde durch verdünnte Essigsäure stark afficirt. HUXLEY giebt an, dass an seinen Präparaten die Protoplastkörner, mit Ausnahme der kleinsten, dadurch rasch gelöst wurden. Eine Lösung derselben habe ich an meinen Präparaten niemals beobachtet, wohl aber eine sehr starke Quellung. Unmittelbar nach der Einwirkung der Essigsäure werden die Plasmastücke oder Cytoden sehr blass, wasserhell und sehr schwach lichtbrechend, so dass man die zarten Contouren oft kaum mehr wahrnimmt. Wenn man dann aber das Präparat wieder mit Wasser auswäscht, so ziehen sich die aufgequollenen Plastiden wieder zusammen und gewinnen nahezu ihre frühere Form und Grösse. Ebenso wie verdünnte Essigsäure wirkt auch verdünnte Salzsäure. Aehnlich wirken auch verdünnte kaustische Alkalien und kohlensaure Alkalien ein. Die Cytoden quellen und werden durchsichtiger, blasser contourirt. Durch concentrirte kaustische Alkalien quellen sie noch stärker und werden bei nachfolgendem Wasserzusatz völlig aufgelöst. Durch concentrirte Schwefelsäure werden die Plasmastücke unter blass rosenrother Färbung gelöst.

Wenn man die Protoplastenstücke oder Cytoden des Bathybius,

welche durch die angegebenen Reactionen sich als solche documentiren, mit Hülfe der stärksten Vergrösserungen genau untersucht, so gewinnt man in einigen Fällen ein Bild, als ob die scheinbar structurloser Masse aus einer Menge sehr kleiner runder Körnchen (jedenfalls von weniger als 0,001 Mm. Durchmesser) zusammengesetzt sei, welche durch eine minimale Quantität heterogener Substanz verbunden seien. In vielen anderen Fällen dagegen ist man nicht im Stande, von einer derartigen Zusammensetzung irgend eine Spur wahrzunehmen, und es ist daher wohl leicht möglich, dass jenes Bild durch leichte Unebenheiten auf der Oberfläche der Cytoden veranlasst wird.

Die Grösse der Bathybius-Cytoden unterliegt sehr beträchtlichen Schwankungen. Doch habe ich in der von mir untersuchten Probe keine Protoplasmastücke isoliren können, welche mehr als 0,3 Mm., oder höchstens 0,5 Mm. Durchmesser erreicht hätten. Die grösseren Stücke, insbesondere die von HUXLEY schon erwähnten Klumpen, die mit blossem Auge sichtbar sind, ergeben sich bei genauerer Untersuchung als lockere Aggregate von mehreren zusammengeklebten, aber nicht wirklich verschmolzenen Massen. Die Mehrzahl der grösseren Cytoden hat einen Durchmesser von 0,05—0,08 Mm. Doch gehen sehr viele bis zu 0,1 Mm. Die kleineren Cytoden haben die verschiedensten Dimensionen, bis unter 0,005 Mm. hinab.

Was nun die Gestalt der Protoplasmastücke des Bathybius betrifft, so ist dieselbe durchaus unregelmässig, wie schon ein Blick auf die Figuren 1—10 ergibt. Im Allgemeinen kann man compacte Klumpen und netzförmig verbundene Stränge unterscheiden. Die compacten Klumpen (Fig. 5—10) haben sehr häufig ganz dieselben Umrisse, wie gewöhnliche Amöben. Die Protoplasmanetze dagegen haben dieselben Conturen, wie viele Myxomycetenformen. Meistens sind die Stränge des Sarcodenetzes breit (Fig. 1, 2), seltener schmal (Fig. 3), und sehr selten so fein fadenförmig, wie es bei den Rhizopoden gewöhnlich der Fall ist. Die Pseudopodien, die unregelmässigen Fortsätze des Protoplasma, die an der Peripherie der Klumpen und Netze hervortreten, sind gewöhnlich stumpf abgerundet und sehr unregelmässig, sehr selten spitz.

Ausser den unregelmässigen Stücken und Netzen des Protoplasma, welche man als eigentlichen Bathybius betrachten muss, finden sich in dem Schlamme dazwischen auch spärlich Kugeln von Protoplasma zerstreut, von 0,005 bis zu 0,03 Mm. Durchmesser. Bald sind diese nackt (Fig. 11), bald von einer ziemlich dicken (bis 0,002 Mm. Dicke erreichenden) hellen, structurlosen Cyste umschlossen (Fig. 12). Niemals habe ich in diesen Protoplasmakugeln Discolithen oder Cyatholithen ange-

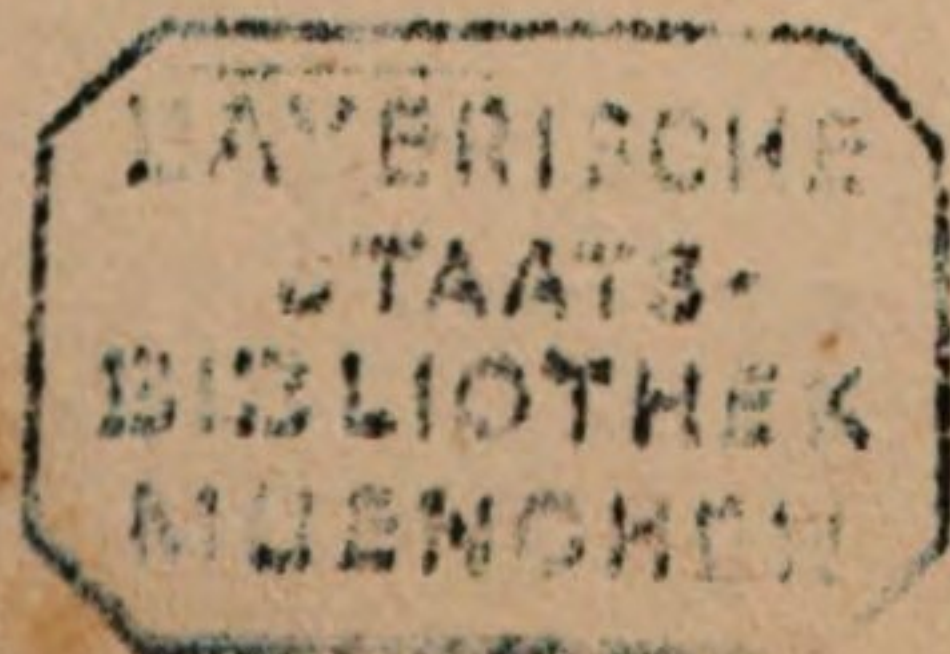
troffen. Ob dieselben zu den Cytoden des Bathybius in genetischer Beziehung stehen, bleibt dahin gestellt.

Das Mengenverhältniss, in welchem die Discolithen und Cyatholithen in die Protoplasmakörper des Bathybius eingebettet sind, ist sehr wechselnd. Das gewöhnliche Durchschnittsverhältniss stellt Fig. 1 dar. Es giebt aber auch Cytoden, welche von Coccolithen so vollgepfropft sind, dass das Volum derselben sich zu dem des Protoplasma wie 1 : 3, oder selbst wie 2 : 3 verhalten mag. Andererseits ist jedoch hervorzuheben, dass auch viele grössere und kleinere Cytoden zu finden sind, welche gar keine Coccolithen enthalten. Solche sind in Fig. 2 und 3 dargestellt. Ausser den Coccolithen und ausser den zufälligen fremden Einschlüssen enthalten die meisten Protoplasmastücke noch eine gewisse Quantität von sehr kleinen, ganz unregelmässig geformten Körnchen, welche zum Theil weder in Säuren, noch in Alkalien löslich sind (Fig. 6).

Sehr zahlreiche Coccolithen, sowohl Discolithen als Cyatholithen, sind in dem Bathybiusschlamm stets frei, nicht in Protoplasmastücke eingeschlossen, zu finden. Dasselbe gilt von allen Coccosphaeren, welche ich beobachtet habe.

4. Die Coccolithen und Coccosphaeren.

Die kleinen geformten Kalkkörperchen, Coccolithen und Coccosphaeren, welche man in so ungeheuren Mengen in den Grundproben der grössten Meerestiefen antrifft, sind äusserst merkwürdige Körper. Die Coccolithen sind, wie schon bemerkt, zuerst 1858 von HUXLEY, die Coccosphaeren dagegen 1860 von WALLICH entdeckt und benannt worden. Beide Körperchen sind dadurch noch von besonderem Interesse, dass sie ebenso massenhaft, wie in dem heutigen Tiefseegrund, auch fossil in der Kreide vorkommen, wie zuerst von SORBY nachgewiesen worden ist. Uebrigens sind die Coccosphaeren immer viel seltener als die Coccolithen, und treten ganz gegen letztere zurück. In den von mir untersuchten Tiefseegrundproben sind die Coccosphaeren äusserst selten; es kommen hier vielleicht auf hunderttausend oder selbst auf eine Million Coccolithen höchstens eine oder einige wenige Coccosphaeren. Den von HUXLEY, WALLICH und SORBY gegebenen Beschreibungen der Coccosphaeren vermag ich nichts wesentlich Neues hinzuzufügen; dagegen bin ich durch sehr ausführliche Untersuchungen, welche ich mit Hülfe einer Vergrösserung von 700—1200 über die Coccolithen ausgeführt habe, in den Stand gesetzt, die Kenntniss dieser sonderbaren Gebilde mehrfach zu erweitern. Ich werde jetzt zunächst bloss



die Beschreibung der Coccolithen geben und erst nachher ihre Bedeutung für den *Bathybius* erläutern.

HUXLEY unterscheidet von den Coccolithen zwei verschiedene Formen, welche er Discolithen und Cyatholithen nennt. Die Discolithen (Fig. 43—49) sind einfache Scheiben (*Monodisci*). Die Cyatholithen (Fig. 54—80) dagegen sind Doppelscheiben (*Amphidisci*), zusammengesetzt aus zwei einfachen Scheiben, welche sehr nahe bei einander und mit ihren Flächen parallel liegen, und im Centrum durch eine kleinere Mittelscheibe oder eine dicke centrale Axe fest miteinander verbunden sind. Sehr treffend vergleicht sie HUXLEY mit einem Hemdeknöpfchen oder Manchettenknöpfchen. Im Bau gleichen sich beide Formen von Coccolithen übrigens ganz, wie sich sogleich aus der näheren Beschreibung ergeben wird. Man kann jedenfalls anatomisch (und wahrscheinlich auch genetisch) die Cyatholithen als paarweise verbundene Discolithen betrachten, in gleicher Weise wie die *Coccosphaeren* kugelige Haufen von verwachsenen Coccolithen darstellen.

Im Allgemeinen lassen sich an den Coccolithen (sowohl Discolithen als Cyatholithen) bei sehr genauer Untersuchung von innen nach aussen folgende fünf verschiedene Theile unterscheiden, die wegen ihrer verschiedenen Lichtbrechung sich scharf von einander abheben: 1) Ein einfaches oder doppeltes Centralkorn (*a*), stark lichtbrechend. 2) Ein heller, dünner, das Centralkorn umgebender Ring, das Markfeld (*b*), schwach lichtbrechend. 3) Ein dunkler, dicker, das Markfeld umschliessender Ring, der Markring (*c*), stark lichtbrechend. 4) Ein matter, granulirter, breiter, den Markring umgebender Ring, der Granularring oder Körnerring (*d*), schwach lichtbrechend. 5) Endlich zu äusserst ein dunkler, structurloser, schmaler Ring, der Aussenring (*e*). Wir werden diese fünf Zonen sogleich bei den einzelnen Formen der Coccolithen noch näher betrachten, wollen jedoch schon hier die Bemerkung vorausschicken, dass nicht immer alle fünf Zonen entwickelt sind. Am stärksten lichtbrechend ist der Markring (*c*), nächstdem das Centralkorn (*a*); dann folgt der Aussenring (*e*); noch schwächer lichtbrechend ist der Körnerring (*d*) und am schwächsten das Markfeld (*b*).

In chemischer Beziehung verhalten sich alle drei Formen von Concretionen wesentlich gleich. Sowohl die Discolithen, als die Cyatholithen und *Coccosphaeren* bestehen aus kohlensaurem Kalk, verbunden mit organischer Substanz. Die Verbindung der beiderlei Substanzen ist so innig, dass die Form der Concretion ziemlich unverändert bleibt, wenn man sehr vorsichtig

durch allmähliche Einwirkung sehr verdünnter Säuren den Kalk auszieht. Durch plötzlichen Zusatz starker Säuren werden sie dagegen völlig zerstört. Ebenso werden sie durch caustische Alkalien, welche sie in der Kälte wenig oder gar nicht angreifen, beim Erhitzen zerstört. Die organische Grundlage der Concretion, welche bei vorsichtiger Extraction des Kalks zurückbleibt, als ein sehr zartes, biegsames Häutchen, wird durch Jod blass gelb, durch Carmin blass roth gefärbt, durch Alkalien gelöst. Am stärksten färbt sich diejenige Schicht der Concretion, welche wir sogleich als Granularzone beschreiben werden.

Die Discolithen (Scheibensteinchen) oder die monodischen Coccolithen sind entweder kreisrunde oder elliptische, einfache Scheiben (Fig. 43—49). Die kleinsten erkennbaren Anfänge derselben messen kaum 0,004, die grössten ausgebildeten Formen 0,02 Mm. Die Mehrzahl der grösseren Discolithen hat einen Durchmesser von ungefähr 0,01—0,015 Mm. Fig. 43—25 zeigt die kreisrunden, Fig. 26—40 die elliptischen Scheiben in der Flächenansicht. Fig. 41—49 giebt die verschiedenen Profilansichten.

HUXLEY giebt von den Discolithen folgende Beschreibung: Die Discolithen sind ovale scheibenförmige Körper mit einem dicken, stark lichtbrechenden Rand und einem dünneren Centralstück, das zum grössten Theil von einem matten, wolkenähnlichen Fleck eingenommen wird. Der Contur dieses Fleckes entspricht dem der inneren Kante des Randes, von dem er durch eine helle durchsichtige Zone getrennt ist. Gewöhnlich sind die Discolithen leicht convex auf der einen, leicht concav auf der anderen Seite, und der Rand springt auf der convexen Seite in Form und Gestalt eines dünnen Riffes vor (ganz ähnlich wie bei einem gewöhnlichen Untersatz von einem Blumentopf).

Diese Beschreibung passt nicht auf alle Discolithen, sondern bloss auf einen Theil der Körperchen, die ich als solche hier zusammenfasse. Ich glaube mich überzeugt zu haben, dass auch ein grosser Theil der kreisrunden Scheiben einfache Discolithen, und nicht amphidiske Cyatholithen sind, wie HUXLEY anzunehmen scheint. Die kreisrunden Scheiben sind jedoch von etwas anderer Structur als die ovalen oder elliptischen, wesshalb sie eine besondere Betrachtung verdienen. Indessen ist zu bemerken, dass beide Formen nicht scharf zu trennen, vielmehr durch allmähliche Uebergänge miteinander verbunden sind.

Die kreisrunden Discolithen (Fig. 43—25) lassen in ihrer am meisten entwickelten Form (Fig. 24, 25) von innen nach aussen die vorher schon angeführten fünf Theile unterscheiden. 1) Ein centrales Stück, das Centalkorn (*a*) von kugelig oder unregelmässig rundlicher, bisweilen etwas eckiger Form, von ungefähr 0,004 Mm. Durch-

messer, stark lichtbrechend. 2) Ein heller, schwach lichtbrechender Ring, das Markfeld (*b*), structurlos, blass, anscheinend dünner, als der übrige Theil der Scheibe, ungefähr, 0,001 Mm. breit, oder noch etwas breiter. 3) Ein dunkler, stark lichtbrechender Ring, der Markring (*c*), anscheinend der dickste Theil der Scheibe, jedoch oft nur ungefähr 0,0005 Mm. dick, anderemal mehr als doppelt so dick. 4) Ein körniger, schwach lichtbrechender Ring, der Körnerring (*d*), durch seine granulirte Beschaffenheit von der übrigen Scheibe auffallend verschieden, ebenso durch den unregelmässigen, oft fast wellenförmigen Contur, durch welchen er sich von dem fünften Ringe absetzt, gewöhnlich 0,003—0,004 Mm. breit. 5) Zu äusserst ein schmaler heller, structurloser Aussenring (*e*) von 0,001—0,002 Mm. Breite, bisweilen deutlich radial gestreift.

Die grosse Mehrzahl der kreisrunden Discolithen zeichnet sich vor der Mehrzahl der elliptischen dadurch aus, dass das Centralkorn (*a*) fehlt (Fig. 20—22). Das Centrum der Scheibe wird also von dem Markfeld (*b*) gebildet, welches von dem Markring (*c*) umschlossen ist. Die stufenweise Entwicklung dieser Discolithen lässt sich leicht verfolgen (Fig. 13—19). Zuerst entsteht bloss das Markfeld (Fig. 13). Um dieses lagert sich der Markring ab (Fig. 14). Um den Markring herum bildet sich der Körnerring (Fig. 15, 16, 21, 22). Endlich zuletzt entsteht der Aussenring (Fig. 19, 20).

Die elliptischen oder ovalen Discolithen (Fig. 26—40) haben selten einen ganz regelmässig elliptischen, meist einen etwas unregelmässigen, länglich runden Umriss. Die Ränder sind gewöhnlich etwas verbogen. Der längere Durchmesser ist in der Mehrzahl nahezu doppelt so gross, als der kürzere, selten noch grösser. Oft verhält sich aber der längere zum kürzeren auch nur = 3:2, oder selbst = 4:3. Die länglich-runde Gestalt dieser Scheiben wird offenbar schon durch die längliche, stäbchenförmige Gestalt des Centralkorns (*a*) bedingt, um welches sich dann die vier anderen Zonen in entsprechend gestreckter Gestalt anlagern. Auch hier bei den elliptischen (ebenso wie bei den kreisrunden) Discolithen lässt sich die Entstehung der Concretion leicht von Anfang an verfolgen. Man begegnet vielen in dem Protoplasma vertheilten kleinen stäbchenförmigen Kalkkörperchen, die 0,002—0,004 Mm. lang und etwa ein Viertel so dick sind. Das sind die Centralkörner (Fig. 26). Viele von diesen zeigen bereits einen hellen, schmalen Rand, das Markfeld (Fig. 27). Um dieses letztere bildet sich dann ein dunkler dickerer Ring, der Markring (Fig. 28, 29). Diese letzteren Formen sind die von HUXLEY als Discolithen beschriebenen Formen. Nun kommen aber auch noch grössere Scheiben

vor, welche man bei Betrachtung von der Fläche mit ausgebildeten Cyatholithen verwechseln könnte (Fig. 30—32). Wenn man sie aber auf den Rand stellt (Fig. 45—49), zeigt sich, dass sie keine Doppelscheiben, sondern einfache Scheiben sind. Der Markring (*c*) ist hier noch von einem breiten, granulirten Körnerring (*d*) umgeben, der sich ganz wie bei den Cyatholithen verhält, und einen unregelmässig höckerigen oder wellenförmigen äusseren Contur zeigt. Um diesen letzteren legt sich endlich bei den grössten Formen (Fig. 31, 32) noch ein dunkler schmaler Aussenring (*e*).

Die elliptischen Discolithen zeichnen sich sehr häufig dadurch aus, dass das Centralkorn doppelt ist (Fig. 33—40). Das Markfeld, welches die beiden Centralkörner umschliesst, zeigt dann häufig in der Mitte zwischen beiden eine Einschnürung (Fig. 34), die oft als eine scharfe Querlinie auftritt (Fig. 37, 38) und dann wohl als Verwachsungsnath der beiden Hälften zu deuten ist. In diesem letzteren Falle scheinen also die beiden Centralkörner erst miteinander zu verwachsen, nachdem schon das Markfeld um beide sich gebildet hat. Anderemale dagegen bildet sich letzteres vielleicht gleichzeitig um zwei nahe beisammenliegende Centralkörner (Fig. 33, 34). Die weitere Entwicklung der concentrischen Ringe lässt sich auch hier ebenso wie bei den kreisrunden Discolithen leicht verfolgen (Fig. 26—40).

Die Cyatholithen (Napfsteinchen) oder die amphidiskten Coccolithen haben eine höchst sonderbare Gestalt (Fig. 54—80). Dieselbe ist bereits von HUXLEY richtig erkannt und vortrefflich beschrieben worden. Doch bleibt immerhin noch manches hinzuzufügen, und wie ich glaube, auch anders zu deuten. Wie schon bemerkt, besteht jeder Cyatholith aus zwei Scheiben, welche mit ihren Flächen parallel und sehr nahe aneinander liegen, und in der Mitte durch eine kurze und dicke, im Centrum beider angebrachte Axe fest verbunden sind. Wenn man die Profilansicht (Fig. 64—69) mit der Flächenansicht (Fig. 70—80) vergleicht, wird dies vollkommen klar werden. Gewöhnlich ist die eine Scheibe kleiner, flach und kreisrund, die andere Scheibe grösser, convex vorgewölbt und elliptisch. Somit haben die gewöhnlichen Cyatholithen ganz die Form eines ordinären Hemdeknöpfchens oder Manchettenknöpfchens.

Wenn man die Cyatholithen von der Fläche betrachtet (Fig. 70—80), so scheinen sie genau die Structur der eben beschriebenen Discolithen zu haben. Auch hier liegt im Centrum der Concretion ein stark lichtbrechendes Centralkorn (*a*), entweder einfach (Fig. 72, 79) oder doppelt (Fig. 73, 78, 80). Das helle Markfeld (*b*), welches das Centralkorn umschliesst, wird nach aussen von dem dunkeln Markring (*c*) umgeben.

Dann folgt die breite Körnerzone (*d*) und endlich der dunklere schmale Aussenring (*e*), letztere beide oft deutlich radial gestreift. Von der Fläche betrachtet, sind also die monodischen und amphidischen Coccolithen nicht zu unterscheiden. Sobald man sie jedoch auf den schmalen Rand stellt und nun im Profil betrachtet, gewahrt man, dass die ersteren einfache, die letzteren paarweise verbundene Scheiben sind.

Die Randansicht der Cyatholithen gewährt übrigens keineswegs immer dasselbe Bild, sondern variiert mannichfach (Fig. 64—69). Gewöhnlich allerdings ist die kleinere Scheibe eben, oder nur wenig convex gegen die grössere gewölbt; die grössere dagegen ist stärker nach aussen vorgewölbt, concav-convex (Fig. 62, 65, 66). Seltener sind beide Scheiben eben (Fig. 64, 68). Es kommt aber auch vor, dass beide Scheiben nach aussen convex vorgewölbt sind, und somit ihre Concavitäten gegen einander kehren (Fig. 69). Der seltenste Fall scheint zu sein, dass beide Scheiben nach aussen concav, dagegen mit den convexen Flächen gegen einander gewölbt sind (Fig. 63).

Am schwierigsten zu beurtheilen ist die Natur der Zwischensubstanz und der centralen Axe, welche die beiden Scheiben miteinander verbindet. HUXLEY spricht sich darüber nicht näher aus. Er unterscheidet ein centrales, ovales, dickwandiges Körperchen in der Axe zwischen beiden Scheiben, und rings um dieses herum eine körnige »intermediate substance«, von der Ausdehnung der kleineren Scheibe, wahrscheinlich Protoplasma. Auch meine sehr sorgfältige und geduldige Untersuchung von Tausenden von Cyatholithen hat mir darüber keinen sicheren Aufschluss gegeben. Doch glaube ich, die körnige »intermediate Substanz«, welche der breiten »Körnerzone« (*d*) beider Scheiben entspricht, und mit derselben wirklich zusammenhängt, als eine Lage von modificirtem Protoplasma mit ziemlicher Sicherheit deuten zu dürfen. Das centrale Körperchen dagegen ist ein Kalkzapfen, welcher die Centra beider Scheiben fest verbindet.

Bei der ganz ausserordentlichen Schwierigkeit, welche die Deutung des mikroskopischen Bildes bei so kleinen und schwer zu untersuchenden Körperchen darbietet, ist es gerathen, selbst die subjective Auffassung der einfacheren Verhältnisse nur mit grosser Vorsicht provisorisch hinzustellen. Das gilt auch von der folgenden Ansicht über die Entstehung der Cyatholithen, welche von HUXLEY'S Deutung abweicht, welche aber noch sehr der weiteren Prüfung bedarf. Es scheint mir nämlich bei der Mehrzahl der Cyatholithen die kleinere flachere Scheibe aus einem kreisrunden Discolithen ohne Centralkorn, die grössere convexe Scheibe dagegen aus einem elliptischen Discolithen mit Centralkorn gebildet zu sein. Das zapfenförmig verlängerte und konisch vor-

springende Centralkorn der letzteren ist eingesenkt in das centrale Markfeld der ersteren, welches entweder eine verdünnte Scheibenmitte, oder selbst ein centrales Loch enthält. Wahrscheinlich entstehen die Cyatholithen von Anfang an, wenigstens zum grössten Theil, als Doppelscheiben. Vielleicht aber verbinden sich in vielen Fällen auch später erst zwei schon ausgebildete Discolithen durch centrale Verwachsung miteinander.

Neben den gewöhnlichen Cyatholithen, welche aus einem kleineren kreisrunden und einem grösseren elliptischen Discolithen zusammengesetzt sind, kommen übrigens auch vielfach Cyatholithen vor, welche aus zwei ovalen oder elliptischen, und noch zahlreicher kleinere Cyatholithen, welche aus zwei kreisrunden Discolithen zusammengesetzt zu sein scheinen. Bei der grossen Schwierigkeit aber, welche die Isolation der winzig kleinen Cyatholithen und ihre Betrachtung auf dem schmalen Rande darbietet, ist es zur Zeit sehr misslich, etwas Bestimmtes über das Verhältniss dieser verschiedenen Formen zu einander zu sagen.

Aus demselben Grunde ist auch ihre Genese so schwer zu beurtheilen. Man findet in jeder Probe von Bathybiusschlamm massenhaft Coccolithen von allen Entwicklungsstadien durcheinander, kreisrunde und elliptische, einfache und Doppelscheiben. Man kann den Ansatz der vier äusseren concentrischen Ringe um das Centralstück sehr leicht verfolgen. Wie sich aber die monodischen zu den amphidischen Coccolithen bezüglich ihrer Entstehung verhalten, ist sehr schwer zu sagen.

Ueber die Coccospaeren oder Kernkugeln kann ich mich sehr kurz fassen. In der von mir untersuchten atlantischen Grundprobe von 44,600 Fuss Tiefe, welche die Bathybius-Cytoden mit ihren Coccolithen in so ungeheuren Mengen enthält, sind die Coccospaeren dagegen nur äusserst spärlich vorhanden. Einige derselben habe ich in Fig. 50—53 abgebildet. Vielleicht kommt hier auf eine Million Coccolithen kaum eine Coccospaere. Der Bau dieser Kugeln ist sehr schwierig zu untersuchen. Sie erscheinen ziemlich undurchsichtig und stark lichtbrechend; und da sie so selten und schwer zu isoliren sind, so kann man nicht viel Versuche mit ihnen anstellen. Ich glaube jedoch, dass die Coccospaeren weiter nichts, als Aggregate von Discolithen (vielleicht auch von Cyatholithen) sind, die erst secundär durch Verklebung und Verkittung von mehreren vorher getrennten Coccolithen entstanden sind. Die entgegengesetzte Ansicht von SORBY und WALLICH, dass die Coccolithen durch Zerbrechen von Coccospaeren entstünden, halte ich mit HUXLEY für unwahrscheinlich.

Die einzelnen Kalkscheiben, welche in tangentialer Lagerung die Coccosphaeren zusammensetzen (Fig. 50—53), sind in ihrer Structur nicht von Discolithen zu unterscheiden. Ich glaube an solchen Stücken, welche ich durch Zerdrücken der Kugeln isolirte, alle fünf Theile der Coccolithen wahrgenommen zu haben, auch die Granularzone, welche HUXLEY vermisste. Für die Identität der einzelnen Coccosphaerentheile mit den Coccolithen scheint mir auch der Umstand zu sprechen, dass man alle verschiedenen Formen der Discolithen in den ersteren wiederfindet. Manche Coccosphaeren sind aus kreisrunden Discolithen zusammengesetzt (Fig. 52), andere aus ovalen oder elliptischen; und bei diesen letzteren sind die Discolithen bald mit einem einfachen Centrankorn versehen (Fig. 50, 54), bald mit einem doppelten (Fig. 53). Sehr bemerkenswerth erscheint jedoch der Umstand, dass die Scheiben einer und derselben Coccosphaere meistens (nicht immer!) von einerlei Art sind. Wichtig für die Identität der Coccolithen und der Coccosphaerenstücke erscheint mir endlich die Thatsache, dass die ähnlichen (oder identischen?) Concretionen der *Myxobrachia* ebenfalls zum Theil Coccolithen, zum Theil Coccosphaeren sind.

5. Ursprung und Natur des Bathybius.

Die Thatsache, dass ungeheure Massen von nacktem lebendem Protoplasma die grösseren Meerestiefen in ganz überwiegender Quantität und unter ganz eigenthümlichen Verhältnissen bedecken, regt zu so zahlreichen Reflexionen an, dass man darüber ein Buch schreiben könnte. Was ist dieser Bathybius für ein Organismus? Wovon lebt er? Wie entstand er? Was wird aus ihm? Welche Bedeutung hat er für die Oekonomie der Natur in diesen ungeheuren Abgründen, die ausserdem nur von wenigen Protisten bewohnt werden?

Dass die Cytoden des Bathybius, welche gewissermaassen eine lebendige Schleimdecke auf dem Boden der Meeresabgründe bilden, hier wirklich leben, geht aus allen eben beschriebenen Verhältnissen mit Sicherheit hervor, und ist ausserdem im letzten Sommer von CARPENTER und WYVILLE THOMSON direct beobachtet worden. Dieselben nahmen die charakteristischen Protoplasma-Bewegungen an dem eben heraufgeholtten Bathybius wahr. »This mud was actually alive; it stuck together in lumps, as if there were white of egg mixed with it; and the glairy mass proved, under the microscope, to be living sarcode¹⁾.« Auch sind die wohl erhaltenen Formen der todten, in Weingeist aufbe-

1) WYVILLE THOMSON, On the depths of the Sea: Ann. and Mag. of nat. hist., 1869. Vol. IV, p. 124.

wahrten Protoplaststücke ganz dieselben, wie die bekannten amoeboiden Formen der Myxomyceten, Protamoeben u. s. w.

Die vielleicht sich zunächst aufdrängende Vermuthung, dass die freien Protoplastkörper des Bathybius von irgend einem andern Organismus herrühren, wird bei eingehender Betrachtung durch Nichts bestätigt. Wovon sollen sie herkommen? Der einzige Mitbewohner der Meeresgründe, der hierbei noch in Frage käme, würde die Globigerina sein. Doch lässt sich keinerlei genetischer Zusammenhang zwischen dieser und dem Bathybius nachweisen. WYVILLE THOMSON meint, dass die freien Protoplastlager des Bathybius »eine Art von diffusem Mycelium der verschiedenen Spongien seien«, die sich bisweilen in grösseren Meerestiefen vorfinden. Aber diese letzteren sind viel zu selten, um jene Massen zu erklären, abgesehen davon, dass jene Vermuthung an sich sehr künstlich und gezwungen erscheint. Wie wäre dann der Zusammenhang der Coccolithen und Coccosphaeren mit den Bathybius-Cytoden zu erklären? Auch enthalten ansehnliche Mengen des Tiefgrundschlammes oft keine Spur von Schwammnadeln, die man doch sonst in beträchtlicher Quantität finden müsste.

Es bleibt demnach nichts übrig, als die von HUXLEY ausgesprochene Ansicht, dass die Protoplastkörper des Bathybius selbstständige lebende Organismen von denkbar einfachster Art seien, mögen nun die Coccolithen und Coccosphaeren dazu gehören oder nicht. Jedenfalls wird dann Bathybius nach HUXLEY'S Vorgang zu meinen Moneren zu stellen sein, und diese niederste Protistenklasse mit einer höchst interessanten und wichtigen neuen Gattung vermehren.

Dass die Coccolithen und Coccosphaeren als Ausscheidungen des Bathybius - Protoplasma zu betrachten und also den Spicula der Schwämme und Radiolarien zu vergleichen sind, wie HUXLEY meint, halte ich zwar für sehr wahrscheinlich, aber doch nicht für ganz sicher ausgemacht. Ich habe nämlich in dem atlantischen Ocean bei den canarischen Inseln eine höchst sonderbare Radiolarienform, den Thalassicollela nächstverwandt, beobachtet, die sich durch den Besitz von Kalkspicula auszeichnet, welche den Coccolithen und Coccosphaeren jedenfalls höchst ähnlich, wenn nicht mit diesen identisch sind. Ich werde diese merkwürdige Protistenform in dem folgenden Abschnitt als Myxobrachia näher beschreiben (vergl. Taf. IV).

Die schwierigsten Räthsel bieten die Verhältnisse der Ernährung und Fortpflanzung des Bathybius und der mit ihm gesellig lebenden Globigerinen dar. Wo kommen alle diese Protoplastmassen her? Wie erhalten sie sich am Leben? Was wird aus ihnen? Den herkömmlichen

Anschauungen folgend, werden die Meisten sowohl den Bathybius als die Globigerinen für Thiere halten. Wenn dieselben aber als Thiere leben und sich ernähren sollen, wo nehmen sie das Protoplasma her, das sie zu ihrer Ernährung brauchen? Das Pflanzenreich, aus welchem das Thierreich direct oder indirect seine Protoplasma-Nahrung bezieht, kommt hierbei gar nicht in Betracht; denn obgleich die neueren Tiefgrund-Untersuchungen dargethan haben, dass das Thierleben tiefer hinabgeht, als man bisher glaubte, dass viele Thiere bis 3000 Fuss und einzelne bis unter 5000 Fuss hinabgehen, so stimmen doch alle Beobachter darin überein, dass das Pflanzenleben schon bei 4000 Fuss höchst spärlich und bei 2000 Fuss Tiefe gänzlich erloschen ist. Wenn nun auch für jene Thiere die erforderliche Nahrungszufuhr aus den zahlreichen aufgelösten organischen Stoffen angenommen werden kann, die bis in jene Tiefe hinab im Meerwasser vertheilt vorkommen, so erscheint diese Annahme doch kaum mehr möglich für die ausgedehnten Abgründe des offenen Oceans, die zwischen 20,000 und 30,000 Fuss Tiefe erreichen. Und was wird dann weiter aus dem Bathybius, selbst wenn seine Ernährung sich so erklären liesse? Entsteht nicht hier vielleicht fortwährend das Protoplasma durch Urzeugung? Hier stehen wir vor einer Reihe von dunkeln Fragen, auf welche erst von späteren Untersuchungen Antwort zu hoffen ist.

3. Myxobrachia von Lanzerote.

Hierzu Taf. IV.

Die Coccolithen und Coccosphaeren, welche in so ungeheuren Massen den Boden der Meeresabgründe bedecken und so wesentlichen Antheil an der Kreidebildung nehmen, sind bisher noch nirgend anderswo angetroffen worden. Ein Zusammenhang derselben mit irgend einem anderen Organismus, als den Cytoden des Bathybius, war bisher völlig unbekannt. Um so mehr scheint es gestattet, hier ein zwar noch dunkles aber jedenfalls sehr merkwürdiges Verhältniss zu beschreiben, welches ich im Februar 1867 auf der canarischen Insel Lanzerote beobachtete. Ich fand dort nämlich Kalkkörperchen, welche den Coccolithen und Coccosphaeren höchst ähnlich — wenn nicht identisch! — sind, eingebettet in den extracapsularen Sarcodekörper eines Radiolars, welches den Thalassicollen nächstverwandt ist.

Wenn man bei Windstille und glatter See aus dem Hafen der Insel Lanzerote (Puerto del Arrecife) eine Strecke weit hinausrudert, so be-

merkt man bisweilen schon vom Boote aus an der Oberfläche schwimmend sonderbare farblose Gallertkörperchen von ungefähr einem halben Zoll Länge, welche bald die Form einer langgestreckten Keule haben (Fig. 1, 2), bald gewissen Echinodermenlarven ähnlich sehen (Fig. 3, 4). Die letzteren zeigen einen länglich-runden Körper, von welchem eine Anzahl kegelförmiger schlanker Arme herabhängen. Jeder Arm ist von einem gelben Axenstreifen durchzogen. Diese Streifen vereinigen sich in einem gelben Flecke, welcher die Mitte der ovalen Gallertmassen einnimmt. Durch die Axe der einfachen keulenförmigen Gallertmassen geht nur ein gelber Streifen der Länge nach hindurch. Das untere dünne Ende dieser letzteren und ebenso die Armspitzen der ersteren Form sind trüb weisslich, undurchsichtig, mit einem Knopf besetzt.

Beim ersten Anblick weiss man nicht, was man aus diesen sonderbaren Körpern machen soll. Bringt man dieselben jedoch unter das Mikroskop, so erkennt man sofort, dass die gelben Streifen aus Massen von gelben Zellen der Radiolarien zusammengesetzt sind, dass in der Mitte eine Centralkapsel liegt und dass von der Oberfläche der Gallertmasse dichte Pseudopodienbündel ausstrahlen. Man weiss jetzt, dass man ein Radiolar aus der Gruppe der Thalassicollen vor sich hat, aber durch seine sonderbaren Fortsätze ganz von der gewöhnlichen Form abweichend. Wir wollen vorläufig dasselbe als Repräsentanten einer besonderen Gattung, *Myxobrachia* (Schleimarm) betrachten, und die vielarmige Form *M. pluteus*, die einarmige *M. rhopalum* nennen. Um jeden Verdacht, dass die sonderbaren Formen Kunstproducte seien, zu vermeiden, bemerke ich, dass sie mit der grössten Vorsicht, ohne sie irgend zu berühren, mittelst eines geräumigen Glashafens von der Oberfläche des Meeres geschöpft wurden, und sich darin mehrere Tage lebendig erhielten. Sie schwammen beständig an der Oberfläche, indem die abgerundete obere Seite des Körpers den Wasserspiegel (*M.* bis *N.* Taf. IV.) berührte, während die Arme frei herabhiengen.

Myxobrachia rhopalum (Fig. 1, 2) ist eine keulenförmige Gallertmasse, welche bald mehr birnförmig (Fig. 1), bald mehr langgestreckt keulenförmig erscheint (Fig. 2). Das dicke Ende der Keule berührt mit seiner Wölbung die Oberfläche des Wasserspiegels, während das dünne Ende senkrecht herabhängt. Die beiden abgebildeten Formen stellen zwei Extreme der Keulengestalt dar. Die gedrungene Form (Fig. 1) war 8 Mm. lang, bei 6 Mm. grösster Breite. Die gestreckte Form (Fig. 2) besass 14 Mm. Länge bei 5 Mm. grösster Breite.

Myxobrachia pluteus (Fig. 3—10) stimmt in den meisten wesentlichen Verhältnissen, namentlich im Bau der Centralkapsel und der diese umschliessende Alveolenhülle ganz mit *M. rhopalum* überein und

unterscheidet sich wesentlich nur dadurch, dass die Sarcodé-Gallerte sich nicht in einen herabhängenden Fortsatz oder Arm verlängert, sondern in sechzehn Arme, welche ihr ein höchst sonderbares Aussehen geben. Die länger gestreckte Form von *M. pluteus* (Fig. 3) ist 12 Mm. lang und 6 Mm. breit; die flacher ausgebreitete Form (Fig. 4) ist ungefähr 8 Mm. breit und 6 Mm. lang.

Die kugelige Centralkapsel (Fig. 4—4 c, Fig. 6) ist in beiden Myxobrachiaformen von derselben Grösse und Zusammensetzung. Sie hat einen Millimeter Durchmesser, ist ziemlich fest, ganz undurchsichtig und bei auffallendem Lichte schneeweiss gefärbt. Bei schwacher Vergrösserung erscheint ihre Oberfläche sehr regelmässig von blutrothen Punkten besetzt. Die Membran der Centralkapsel ist sehr fest und derb, 0,004 Mm. dick, structurlos, und dicht von sehr feinen radialen Porenkanälen durchsetzt.

Im Centrum der Centralkapsel liegt die ansehnliche Binnenblase (*Vesicula intima*), deren Durchmesser ein Drittel von dem der ersteren beträgt (Fig. 5). Diese Binnenblase zeigt ganz dieselbe eigenthümliche Beschaffenheit, welche bis jetzt nur bei meiner *Thalassicolla pelagica* bekannt war (Radiolarien, p. 248, Taf. I, Fig. 5). Der kugelige Mittelkörper der Binnenblase ist nämlich mit sehr zahlreichen fingerförmigen Ausstülpungen besetzt, welche in radialer Richtung von dem ersteren abstehen. Die Zahl dieser radialen Blindsäcke ist auf ungefähr 100 (bei verschiedenen Individuen 80—120) zu schätzen, also viel bedeutender, als bei *Thalassicolla pelagica* (30—40). Auch sind die Blindsäcke viel länger, als bei letzterer, indem ihre Länge dem Durchmesser des kugeligen Mittelkörpers gleichkommt, oder ihn sogar noch übertrifft. Die ganze Binnenblase sammt ihren fingerförmigen Ausstülpungen ist von einer eiweissartigen (?) Substanz erfüllt, welche structurlos, zähflüssig, wachsähnlich, schwach lichtbrechend und von gelblicher Farbe ist. Die Membran der Binnenblase ist sehr zart und dünn, aber doch ziemlich fest.

Die Zwischenräume zwischen den Blindsäcken der Binnenblase sind von zähflüssigem, trübkörnigem Protoplasma erfüllt, das sich auch in geringer Quantität zwischen den kugeligen Zellen findet, die den hauptsächlichsten Inhaltsbestandtheil der Centralkapsel bilden. Diese Zellen sind hier von zweierlei Art. Der äussere, peripherische Theil des Kapselraums wird von sehr kleinen, hellen kugeligen Zellen eingenommen (Fig. 6 i, Fig. 12), welche mit den bei allen Radiolarien in der Centralkapsel constant vorkommenden »wasserhellen, kugeligen Bläschen« identisch sind (Radiolarien, S. 71). Dieselben sind echte, kernhaltige Zellen von 0,008 Mm. Durchmesser, mit klarem Inhalt, von

einer zarten Membran umschlossen (Fig. 12). Wahrscheinlich haben sie die Bedeutung von Sporen oder Keimkörnern. Weiter nach innen, in der unmittelbaren Umgebung der Binnenblase, liegen statt deren drei bis viermal grössere, dunklere, stark lichtbrechende kugelige Zellen, welche einen grossen Nucleus und Nucleolus einschliessen (Fig. 7). Oft sieht man sie in der Theilung begriffen, paarweise oder zu vierten verbunden (Fig. 7 B, C). Endlich befindet sich noch unmittelbar an der inneren Fläche der Centralkapsel, ihrer Membran fest anliegend und durch dieselbe hindurch schimmernd, eine grosse Anzahl von kleinen blutrothen Oelkugeln (Fig. 6 l). Diese haben nur 0,006 Mm. Durchmesser und sind in Zwischenräumen von 0,012 Mm. sehr regelmässig vertheilt, wodurch die zierliche rothe Punktirung der Kapseloberfläche entsteht.

Die Hauptmasse des Körpers wird bei beiden Myxobrachiaarten von einer structurlosen Sarcodē-Gallert (d) gebildet, deren ganze glatte Oberfläche dicht mit sehr zahlreichen, feinen und kurzen Pseudopodien bedeckt ist (e). Das Volum dieser gallertig aufgequollenen Protoplasmamasse ist so bedeutend, wie man es bisher nur bei den Polycyttarien (den Radiolarien mit zahlreichen Centralkapseln) kannte. Bei einem lebenden Monocyttarium (einem Radiolar mit einfacher Centralkapsel) war eine so ansehnliche Quantität von Sarcodēgallert bis jetzt noch nicht beobachtet. Excentrisch in dem oberen Theile dieses ziemlich festen und consistenten Gallertkörpers liegt die Centralkapsel (c). Sie ist rings umschlossen von einer voluminösen Hülle, gebildet aus jenen sonderbaren hellen Blasen, die ich (1862) in meiner Monographie der Radiolarien als extracapsulare Alveolen beschrieben habe (Fig. 4—4 a, Fig. 6 a). Dieselben erscheinen hier als kugelige oder ellipsoide, oft auch eiförmige Blasen, die kleineren von 0,1 Mm., die grössten von 1—1½ Mm. Durchmesser. Sie scheinen aus einer dünnen Protoplasmahülle, die einen Kern enthält und eine wässrige Flüssigkeit umschliesst, zu bestehen und demnach den Formwerth von echten, kernhaltigen Zellen zu haben. Vielleicht ist der Vergleich dieses Alveolengewebes mit derjenigen grosszelligen Modification des Bindegewebes, welche bei niederen Thieren (Würmern, Mollusken, Crustaceen) als »Blasengewebe« so verbreitet ist, nicht unpassend. Die Alveolen bilden bei beiden Arten von Myxobrachia dicht zusammengedrängt eine birnförmige Masse, welche in ihrem dünnen, nach unten gekehrten Ende die excentrische Centralkapsel umschliesst. Die Oberfläche der birnförmigen Alveolenmasse, welche 4 Mm. lang, 3 Mm. breit ist, erscheint ganz scharf von der Sarcodēgallert abgegrenzt, von welcher sie rings umschlossen ist. Die Centralkapsel ist unten, in dem dünnen

Ende der birnförmigen Alveolenhülle, nur von einer dünnen Schicht sehr kleiner Alveolen bedeckt, während sich oberhalb derselben die grossen Alveolen zu einem dicken Haufen aufthürmen (Fig. 1—4 a).

Rings um die Centralkapsel, innerhalb der Alveolenhülle und zwischen deren Blasen zerstreut, liegt eine sehr grosse Menge von gelben Zellen und von Oelkugeln. Die extracapsularen Oelkugeln oder Fettkugeln (*f*) sind im Ganzen bei den Radiolarien sehr selten zu finden. Ich habe sie zuerst bei *Collozoum pelagicum* beschrieben (Radiolarien, p. 525; Taf. XXXII, Fig. 4). Beide Formen von *Myxobrachia* besitzen sie in grosser Menge, mindestens einige hundert. Es sind stark lichtbrechende, farblose und structurlose Fettkugeln, alle von nahezu gleicher Grösse (0,018—0,024 Mm. Durchmesser). Von den kleinsten Alveolen, die dieselbe Grösse haben, unterscheiden sie sich auffallend durch ihre viel stärkere Lichtbrechung. Sie sind so angeordnet, dass sie von der oberen Fläche der Centralkapsel in radialen Reihen nach oben hin ausstrahlen. Je näher der Centralkapsel, desto dichter gedrängt liegen die Oelkugeln in den radialen Reihen, deren man zwischen 30 und 50 zählen kann; auf jede Reihe kommen 5—10 Oelkugeln. Die obere (von der Centralkapsel entfernte) Hälfte der Alveolenhülle ist frei von Oelkugeln. Auch in der Sarcodegallert sind die letzteren nicht zu finden.

Die extracapsularen gelben Zellen (*g*) welche Amylumkörner enthalten und welche ungefähr halb so gross wie die Oelkugeln sind (von 0,012—0,015 Mm. Durchmesser) liegen in dichten Haufen um die Centralkapsel herum und strahlen von da reihenweise in die Alveolenhülle aus. Jedes Individuum von *Myxobrachia* enthält mindestens tausend, oft wohl mehr als zehntausend gelbe Zellen. Die gelben Zellen, welche mit den Protoplasmaströmen durch den Körper wandern, beschränken sich zu Zeiten auf die Alveolenhülle, in der sie radiale Streifen bilden (Fig. 1); zu anderen Zeiten dagegen, und zwar gewöhnlich, erstreckt sich bei *M. rhopalum* ein dicker Axenstreifen, welcher aus hunderten von gelben Zellen zusammengesetzt ist, aus der Alveolenhülle in den Keulensiel, in den langen Fortsatz der Sarcodegallert hinein, welcher nach unten frei hinabhängt (Fig. 2). Ebenso läuft bei *M. pluteus* ein dicker, aus zahlreichen gelben Zellen zusammengesetzter Strang in der Axe jedes der sechzehn Arme bis zur Spitze (Fig. 3, 4). Die Vermehrung der gelben Zellen zeigt Fig. 41.

Der Sarcodekörper oder das extracapsulare Protoplasma bildet, wie bei allen Radiolarien, eine dicke Schleimschicht (*Matrix*), welche unmittelbar die Centralkapsel umschliesst und von welcher zahlreiche Ströme von Sarcode oder Protoplasma ausstrahlen. Diese ver-

zweigen sich zwischen den Alveolen und treten schliesslich an der Aussenfläche der Alveolenhülle in die mächtige Sarcodegallert über, welche die letztere umschliesst (*d*). Niemals bilden die Protoplasmafäden zwischen den Alveolen die sonderbaren grossen Sarcodeplatten, welche die nahe verwandte *Thalassicolla pelagica* auszeichnen (Radiolarien, S. 247, Taf. I, Fig. 4). Die dicke Masse der Sarcodegallert (*d*), welche ungefähr die Consistenz eines mässig derben Medusenschirms besitzt, erscheint structurlos, jedoch fein und dicht radial gestreift. Bei starker Vergrösserung erscheinen die strahlenden Streifen aus sehr kleinen Sarcodekörnchen zusammengesetzt. Die Sarcodegallert besitzt äusserlich eine glatte Oberfläche, von welcher tausende von sehr feinen und kurzen Pseudopodien (*e*) dichtgedrängt ausstrahlen. Diese zeigten an den lebend im Glase gehaltenen Myxobrachien tagelang das Phänomen der Protoplasmaabewegung, das Verästeln und Verschmelzen der Fäden, die Körnchenbewegung etc. in sehr klarer Weise.

Der sonderbarste und eigenthümlichste Körpertheil der Myxobrachia sind die langen Arme, die Fortsätze der Sarcodegallert, von denen einer bei *M. rhopalum*, sechzehn bei *M. pluteus* in das Wasser hängen. Wie schon bemerkt, ist die Axe derselben von einem Strange von dicht gedrängten gelben Zellen durchzogen, welche von der Alveolenhülle aus bis in die Spitze der Arme hineingehen. Am Ende der letzteren befindet sich eine knopfförmige kugelige Anschwellung, welche undurchsichtig und bei auffallendem Lichte weiss ist. Bei starker Vergrösserung ergiebt sich, dass dieser weisse Knopf aus sehr zahlreichen (mindestens mehreren hundert) Kalkconcrementen besteht, welche den Coccolithen und Coccospaeren des *Bathybius* höchst ähnlich, und vielleicht mit ihnen identisch sind (Fig. 9, 10).

Bei *Myxobrachia pluteus* erhält der Körper durch die kuppelförmige Wölbung des oberen Theils, welcher den Wasserspiegel des Meeres berührt und durch die regelmässige Vertheilung der sechzehn herabhängenden Arme ein höchst sonderbares Aussehen, das sehr an gewisse Echinodermenammern (*Pluteus*, *Brachiolaria*) erinnert (Fig. 3, 4). Die Form wechselte übrigens bei einem und demselben Individuum im Laufe eines Tages mehrmals, indem der Körper vermöge seiner Contractilität bald länger und schmaler (Fig. 3), bald kürzer und breiter wurde (Fig. 4). Dabei blieb jedoch während der beiden Tage, an denen ich das Radiolar in meinem Glase lebendig hielt, die Zahl, Grösse und Beschaffenheit der sechzehn Arme unverändert. Diese letzteren waren dergestalt vertheilt, dass man durch den ganzen Körper

zwei auf einander senkrechte Ebenen legen konnte, von denen jede den Körper in zwei congruente Gegenstücke oder Antimeren zerlegte. *Myxobrachia pluteus* hat demnach die stereometrische Grundform der Orthostauren oder der Rhombenpyramide (Generelle Morphologie, I, S. 488). Die sechzehn Arme sind in der Weise vertheilt, dass zwei bedeutend längere Arme in der Mitte parallel neben einander herabhängen. Die übrigen vierzehn Arme bilden zwei übereinander liegende Gürtel, von denen der obere acht, der untere sechs Arme trägt. Jeder Arm ist kegelförmig und am Ende mit einem Knopfe versehen. Die zahlreichen gelben Zellen, welche von der Alveolenhülle ausgehend, in Form eines centralen Axenstranges jeden Arm durchziehen, erscheinen gegen die Spitze hin dichter zusammengehäuft.

Die Concretionen von kohlensaurem Kalk, welche dicht zusammengedrängt die knopfförmige Anschwellung am Ende jedes Armes von *Myxobrachia pluteus*, und ebenso die einfache untere Anschwellung von *M. rhopalum* erfüllen, verdienen jedenfalls besondere Aufmerksamkeit, mögen dieselben nun mit den Coccolithen und Coccosphaeren des *Bathybius* identisch sein oder nicht. Zu meinem grossen Bedauern kann ich diese wichtige Frage nichtentscheiden, da ich leider keine Präparate von *Myxobrachia* mehr besitze und auf Lanzerote versäumt habe dieselben zu messen und möglichst genau auf ihre Structur zu untersuchen. Nach den mitgebrachten Zeichnungen (Fig. 8, 9, 10) wird bei beiden Formen von *Myxobrachia* die grössere Hälfte der Kalkkörperchen von Scheiben gebildet, welche den Coccolithen ganz ähnlich sind (Fig. 9 A—C), die kleinere Hälfte dagegen von kugeligen Conglomeraten solcher Scheiben, die die grösste Aehnlichkeit mit Coccosphaeren zeigen (Fig. 10 B—C). Unter den ersteren sind sowohl kreisrunde (9 A), als ovale Scheiben, und die letzteren theils mit einfachem (9 B), theils mit doppeltem Centralkorn (9 C). Im Uebrigen laufen die concentrischen Ringe ganz ähnlich wie bei den Coccolithen um das Centralkorn herum. Ob die Scheiben alle Monodisken waren (wie die Discolithen des *Bathybius*), oder ob auch Amphidissen (wie die Cyatholithen) darunter vorkamen, habe ich leider festzustellen versäumt. Die kugeligen Concretionen (Fig. 10), welche den Coccosphaeren höchst ähnlich waren, zeigten sich gleich diesen bald aus wenigen (6—8), bald aus zahlreichen (20—40) scheibenförmigen Concretionen zusammengesetzt. Wenn man die beiderlei Bildungen mit verdünnter Essigsäure oder Mineralsäuren behandelt, so bleibt (ganz ebenso wie bei den Coccolithen und Coccosphaeren des *Bathybius*) ein organischer Rückstand von derselben Form und Grösse zurück, jedoch geschrumpft und unregelmässig.

Was sind und was bedeuten nun diese räthselhaften Kalkkörperchen in den canarischen Myxobrachien? Als ich dieselben auf Lanzerote untersuchte, glaubte ich sie als eine eigenthümliche Form von Spicula deuten zu müssen, wie dergleichen bei so vielen anderen Radiolarien (Thalassosphaeren und Sphaerozoen) vorkommen. Allerdings waren Kalkausscheidungen bei den Radiolarien bisher nicht mit Sicherheit bekannt. (Das angebliche kalkschalige Radiolar, welches ALEXANDER STUART als *Coscinosphaera ciliosa* beschrieben hat, ist die längstbekannte Polythalamienform *Globigerina*). Indessen bestehen auch nicht alle Radiolarien-Skelete aus Kieselerde. Ferner finden sich ähnliche Concretionen als Spicula bei *Thalassosphaera morum* (Radiolarien, S. 260). Freilich muss ich gestehen, dass ich jetzt etwas zweifelhaft bin, ob jene Kalkspicula wirklich der Myxobrachia angehören, und nicht vielmehr aus einem anderen Organismus aufgenommen sind. Wäre das Letztere der Fall, so würde die regelmässige und auffallende Gestalt der *Myxobrachia pluteus* schwer zu erklären sein.

Dafür, dass die Kalkconcremente mit der Nahrung aus einem anderen Organismus aufgenommen sind und möglicherweise erst in Folge ihrer Ansammlung an bestimmten Körperstellen die sonderbare Form des Ganzen hervorgebracht haben, spricht vielleicht noch der Umstand, dass bei Lanzerote ziemlich häufig eine echte *Thalassicolla* (Radiolarien, S. 246) vorkommt, welche in der Bildung der Centralkapsel und der Alveolenhülle vollständige specifische Uebereinstimmung mit der Myxobrachia zeigt. Ich will dieselbe wegen der rothpunktirten Centralkapsel *Thalassicolla sanguinolenta* nennen. Insbesondere ist die Form der Binnenblase, der Inhalt der rothpunktirten, milchweissen Centralkapsel, ferner der Mangel des extracapsularen Pigments, an dessen Stelle in der Alveolenhülle die sonst so seltenen extracapsularen Oelkugeln liegen, bei beiden Radiolarien ganz übereinstimmend. Die sonderbaren Arme aber und die an ihren Enden befindlichen Knöpfe mit Kalkconcretionen, welche den eigentlichen Charakter der Myxobrachia bilden, fehlen der *Thalassicolla sanguinolenta* gänzlich. Vielmehr ist hier der ganze Körper, wie bei den anderen echten *Thalassicollen*, eine regelmässige Kugel ohne alle Fortsätze und ohne Spicula. Die Alveolenhülle umgiebt die Centralkapsel in Form einer concentrischen Kugel und die Pseudopodien, sowie die begleitenden radialen Streifen von gelben Zellen, ebenso die radialen Reihen von extracapsularen Oelkugeln an der Oberfläche der Centralkapsel, strahlen nach allen Richtungen hin gleichmässig aus. Da jedoch alle beobachteten Exemplare der *Thalassicolla sanguinolenta* kleiner als die ausnehmend grossen Myxobrachien waren, so wäre es immerhin möglich,

dass die ersteren die Jugendform der letzteren bilden, und dass die *Myxobrachia* erst secundär, durch Entwicklung der Arme und Bildung der *Spicula* aus der *Thalassicolla* entsteht.

Wenn die Kalkkörperchen der *Myxobrachien* wirklich mit den *Coccolithen* und *Coccosphaeren* identisch sein sollten (was jedenfalls noch des Beweises bedarf), so wird die räthselhafte Natur der letzteren dadurch nicht aufgeklärt. Wie kommen sie an die Oberfläche des Meeres? Und in welcher Beziehung stehen sie einerseits zu dem nur die Abgründe bewohnenden *Bathybius*, andererseits zu den rein pelagischen *Myxobrachien*? Dass die ungeheuren Massen der alle Abgründe bedeckenden *Coccolithen*- und *Coccosphaeren*-Myriaden weiter nichts seien, als die *Spicula* von pelagischen *Myxobrachien*, welche nach deren Tode auf den Meeresboden gesunken sind, ist wohl höchst unwahrscheinlich. Jede weitere Speculation aber über den Zusammenhang und die Bedeutung dieser sonderbaren Formen erscheint gegenwärtig verfrüht. Licht ist erst von ferneren Beobachtungsreihen zu hoffen.

Wenn die *Myxobrachia* mit ihren sonderbaren Armen und *Spicula*-knöpfen eine constante Radiolarienform und nicht bloss eine zufällige Bildung sein sollte, so würde sie eine besondere neue Gattung in der Familie der *Colliden* und in der Subfamilie der *Thalassosphaeriden* bilden, mit folgendem Gattungscharakter: *Myxobrachia*: Centralkapsel kugelig, mit Binnenblase (*Vesicula intima*). Der extracapsulare Sarcoderkörper in einen oder mehrere herabhängende armartige Fortsätze verlängert, deren knopfförmige Enden Haufen von Kalkconcretionen (*Spicula*) umschliessen. Die Centralkapsel liegt excentrisch in der birnförmigen Alveolenhülle, welche nach dem oberen (den Armen entgegengesetzten und kuppelförmig gewölbten) Theile des Sarcoderkörpers hin kolbenförmig angeschwollen ist.

4) Die Plastiden und das Protoplasma der Rhizopoden.

Eine der wesentlichsten Stützen für meine Plastidentheorie liefert die höchst interessante und formenreiche Classe der Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Ich verstehe hier diese Protistenclasse in demselben Umfange, in welchem ich sie 1866 in der generellen Morphologie begrenzt habe. Ich scheide also aus der Rhizopodenclasse aus die Moneren, die Protoplasten oder Amoeboiden (*Amoeben*, *Arcellen*, *Gregarinen* etc.) und die *Myxomyceten*. Demnach bleiben als echte Rhizopoden übrig

die beiden grossen Subclassen der Acyttarien (Monothalamien und Polythalamien) und der Radiolarien (Monocyttarien und Polycyttarien), sowie auch die kleine, zwischen beiden Subclassen in der Mitte stehende Gruppe der Heliozoen (*Actinosphaerium Eichhornii*, von STEIN, *Cystophrys Haeckeliana* und *C. oculus* von ARCHER) und deren Verwandte.

Die Veranlassung, das Verhältniss dieser echten Rhizopoden zur Plastidentheorie hier noch besonders hervorzuheben, liegt für mich einerseits darin, dass diese Protisten mir ganz besonders für das Verständniss meiner Theorie wichtig und lehrreich zu sein scheinen und andererseits darin, dass ich gegenwärtig, der letzteren entsprechend, meine früher ausgesprochenen Ansichten über die Sarcode oder das freie Protoplasma der Rhizopoden etwas modificiren muss.

Was zunächst diesen letzteren Punkt betrifft, so habe ich 1862 in meiner Monographie der Radiolarien den Beweis zu führen gesucht, dass das Protoplasma sämmtlicher Rhizopoden (sowohl der Radiolarien, als der Heliozoen und Acyttarien) entstanden sei aus der Verschmelzung von mehreren Zellen (l. c. p. 107, 165 etc.). Diese Auffassung befand sich in voller Uebereinstimmung mit MAX SCHULTZE's Protoplasmatheorie, in welcher sich derselbe mit folgenden Worten über dieses Verhältniss ausspricht: »Als nacktes, freies, contractiles Protoplasma deute ich die contractile Substanz aller grösseren Rhizopoden. Ob sie aus einer Zelle oder aus mehreren Zellen entstanden ist, bleibt zunächst gleichgültig. Sie ist Protoplasma und damit ist ihr Wesen und ihr Ursprung bezeichnet. — Man hat sie bisher Sarcode genannt. Wenn ich jedoch vorschlage, sie von jetzt ab Protoplasma zu nennen, so liegt darin der Triumph der Zellentheorie auch über diese niedersten organischen Gebilde ausgedrückt. — Bei allen Protozoen, und das möchte ich für charakteristisch halten, waltet wenigstens in gewissen Bezirken des Körpers und behufs Erfüllung gewisser Functionen die Neigung der Zellen vor, zu einer grösseren Protoplasma-masse zusammenzuschmelzen, in welcher dann nur die Zahl der persistirenden Kerne etwa noch den Ursprung der Masse aus Zellen andeutet.« (MAX SCHULTZE, die Gattung *Cornuspira* etc., p. 300).

Diese Auffassung der Rhizopoden-Sarcode ist zum Theil gewiss richtig und gilt wahrscheinlich für alle jene Rhizopoden, deren Körper wirklich aus echten Zellen, d. h. aus kernhaltigen Protoplasma-klümpchen ganz oder theilweise besteht und also wahrscheinlich auch aus einer echten Zelle hervorgeht. Solche Zellen finden sich in der centralen Körpermasse von *Actinosphaerium*. Solche echte Zellen kommen aber auch im Körper aller ausgebildeten Radiolarien vor.

Als unzweifelhafte Zellen des Radiolarienkörpers habe ich schon in meiner Monographie (1862) eine Anzahl von verschiedenen Formelementen nachgewiesen. Dahin gehören vor allen die merkwürdigen, ausserhalb der Centralkapsel befindlichen und an den Fäden der extracapsularen Sarcode fortbewegten gelben Zellen (l. c. p. 84), über deren kürzlich von mir entdeckten Amylumgehalt der nächstfolgende Abschnitt nähere Angaben bringen wird. Dahin gehören ferner die intracapsularen Pigmentzellen und Alveolenzellen (l. c. p. 77), die centripetalen Zellgruppen von *Physematium* u. s. w. Dagegen habe ich mich damals über die Zellennatur der »kugeligen, wasserhellen Bläschen«, welche den wichtigsten und allein constanten Inhaltsbestandtheil der Centralkapsel bilden, sehr vorsichtig und zurückhaltend ausgesprochen (l. c. p. 74). Ich erklärte es zwar für »sehr wahrscheinlich, dass sie in der That als Zellen, und zwar als zur Fortpflanzung dienende Keime (Eier- oder Keimzellen) anzusehen sind« und führte als Argument für ihre Zellennatur besonders ihre regelmässige Grösse und Vermehrung durch Theilung an. Indessen vermochte ich doch den wichtigsten Beweis, die Erkenntniss des Zellenkerns, damals nicht mit Sicherheit zu führen. Neuere Untersuchungen, die ich mit Hülfe stärkerer Vergrösserungen und vielfacher mikrochemischer Versuche an lebenden Radiolarien auf der canarischen Insel Lanzerote ausführte, haben jenen Beweis vollständig geführt. Insbesondere eingehende Untersuchungen an verschiedenen *Thalassicollen*, an der vorher beschriebenen *Myxobrachia* und an mehreren Arten von *Collozoum* und *Sphaerouzoum* haben mich vollständig von der Anwesenheit eines genuinen Zellenkerns in jenen »Bläschen« überzeugt¹⁾. Sowohl dieser Nucleus, als das umgebende wasserhelle, hyaline Protoplasma des ganzen kugeligen Bläschenkörpers färben sich durch Carmin intensiv roth, durch Jod dunkelgelb. Der Kern wird dunkler als das Plasma gefärbt. Die in der Centralkapsel aller Radiolarien vorkommenden »kugeligen wasserhellen Bläschen« sind also in der That echte Zellen. Meine schon 1862 ausgesprochene Vermuthung, dass diese Zellen Fortpflanzungszellen seien, ist mir zwar durch meine neueren canarischen Untersuchungen bis zur vollen persönlichen Ueberzeugung wahrscheinlich geworden; jedoch habe ich leider den objectiven Beweis für diese subjective Ueberzeugung noch nicht führen können, da auch meine neueren Bemühungen, die fast ganz unbekannte Ontogenie der Radiolarien aufzuklären, resultatlos

1) Taf. IV, Fig. 12 zeigt drei von den kleinen intracapsularen kugeligen Zellen der *Myxobrachia*; die grösseren sind in Fig. 7 abgebildet.

geblieben sind. Das Wahrscheinlichste ist, dass jene in der Centralkapsel enthaltenen Zellen Sporen sind, welche entweder innerhalb derselben, oder nachdem sie durch Bersten der Kapsel frei geworden sind, sich durch wiederholte Theilung zu einem vielzelligen Körper entwickeln. Von den Zellen dieses letzteren und ihren Abkömmlingen werden sich einige zu gelben Zellen, andere zu Pigmentzellen, andere zu Sporen ausbilden, während noch andere wahrscheinlich durch völlige Verschmelzung den Sarcodekörper oder das freie Protoplasma der Radiolarien bilden werden. Bei Jugendformen von Radiolarien aus verschiedenen Familien, insbesondere verschiedenen Acanthometren, Acanthodesmiden und Sponguriden, welche ich 1866 auf Lanzerote beobachtete, habe ich mich überzeugt, dass eine Centralkapsel noch nicht existirt, dass der centrale Theil des Protoplasmakörpers aber dennoch eine Anzahl von Zellen umschliesst. Die jugendlichen Radiolarien, denen die Centralkapsel noch fehlt, sind also morphologisch den Heliozoen (*Actinosphaerium*, *Cystophrys* etc.) äquivalent.

Während es nun einerseits nicht zweifelhaft sein kann, dass im Körper aller Radiolarien, sowohl innerhalb als ausserhalb der Centralkapsel echte, kernhaltige Zellen vorkommen, so steht es andererseits eben so fest, dass mindestens einem Theile der Acyttarien (*Monothalamien* und *Polythalamien*), ja vielleicht allen Acyttarien echte Zellen völlig fehlen. Wenn wir die Anwesenheit eines Kernes für den Begriff der Zelle als unentbehrlich ansehen, so suchen wir bei den meisten Acyttarien ganz vergeblich nach solchen. Allerdings finden sich in der Sarcode oder dem freien Protoplasma bei einigen Formen von *Gromia* und *Globigerina*, sowie bei einigen anderen Acyttarien rundliche granulirte Körperchen, welche gewöhnlichen Zellkernen sehr ähnlich sehen. Allein abgesehen davon, dass die wahre Nucleusnatur dieser »Kerne« noch nicht näher untersucht und sicher bewiesen ist, müssen wir auf der anderen Seite die Thatsache hervorheben, dass bei der grossen Mehrzahl der Acyttarien keine Spur von solchen »Kernen« im Protoplasma zu finden ist. Dasselbe erscheint entweder vollkommen homogen und structurlos, wie bei *Protogenes*, oder es beginnt sich in eine differente Rinden- und Marksicht zu sondern. Echte Zellkerne oder Nuclei kommen dabei nirgends zum Vorschein. Auch in der Ontogenie der Acyttarien, soweit man diese bis jetzt kennt, ist von Kernen, und mithin von Zellen, nirgends die Rede. Die *Polythalamien*, welche die Hauptmasse der Acyttarien bilden, scheinen sich in der einfachsten Weise durch Sporenbildung fortzupflanzen, indem einzelne kleine Stückchen ihres homogenen Plasmaleibes sich von dem

umgebenden Protoplasma sondern und (oft noch innerhalb des Mutterleibes) zu neuen Individuen entwickeln. Diese Keimkörner oder Sporen sind aber auch kernlose Cytoden, keine kernhaltigen Zellen.

Da nun der Protoplasmakörper aller oder doch der meisten Acyttarien (sowohl Monothalamien als Polythalamien) zu keiner Zeit ihres Lebens Kerne enthält, so kann weder von einer »Zusammensetzung« desselben aus Zellen die Rede sein, noch dürfen wir sagen, derselbe sei »durch Verschmelzung von Zellen entstanden«. Dieser Satz gilt sowohl in ontogenetischer, als in phylogenetischer Beziehung. Sowie der individuelle Sarcodetkörper der Acyttarien nicht »durch Verschmelzung von Zellen entstanden« ist, so ist auch diese ganze Abtheilung von Rhizopoden nicht aus einer oder mehreren Zellen hervorgegangen. Vielmehr haben wir es hier überall nur mit Cytoden, mit kernlosen Plastiden zu thun. Phylogenetisch betrachtet sind demnach die Acyttarien auf der primitiven Stufe einfacher Cytoden oder Cellinen stehen geblieben und repräsentiren somit den ursprünglichen Stamm der Rhizopodenclasse. Erst später können aus ihnen durch Differenzirung von Kernen im Protoplasma, also durch wirkliche Zellenbildung, die höheren Rhizopoden entstanden sein. Unter diesen bilden aber noch heute die Heliozoen (*Actinosphaerium*, *Cystophrys* etc.) eine vortrefflich vermittelnde Uebergangsstufe zu den echten Radiolarien, die sich durch den Besitz der Centrialkapsel so wesentlich auszeichnen.

Für die Systematik der Rhizopoden ergeben sich hieraus folgende Reflexionen: Das künstliche System, welches eine streng logische Classification erstrebt, muss die Acyttarien (wenigstens die grosse Mehrzahl der Monothalamien und Polythalamien) von den übrigen Rhizopoden trennen und mit den Moneren vereinigen, weil ihr Protoplasma keine Kerne enthält, also auch nicht aus »Zellen« zusammengesetzt ist; dagegen würden hiernach die Heliozoen und Radiolarien, als wirklich zellige Organismen, mit den ebenfalls zelligen Myxomyceten verbunden werden können. Jedoch entsteht hierbei die Schwierigkeit, dass das freie Plasmodium der Myxomyceten späterhin kernlos ist, obwohl die Sporen echte, kernhaltige Zellen darstellen. Der kernhaltige Protoplasmakörper, welcher hier wirklich durch Verschmelzung echter Zellen entstanden ist, geht später, durch Verlust der Kerne in einen homogenen Sarcodetleib über, welcher, streng morphologisch betrachtet, keinen Zellencomplex mehr darstellt, sondern einen Cytodencomplex, oder genauer: einen »Dyscytodencomplex« (s. oben S. 499).

Das natürliche System der Rhizopoden dagegen, welches eine wahre genealogische Classification erstrebt (und dabei häufig keines-

wegs logisch die Charaktere der Gruppen feststellen muss!) wird immerhin, auf Grund der sonstigen nahen Verwandtschaftsbeziehungen, die cytodigen Acyttarien mit den zelligen Heliozoen und Radiolarien in derselben Classe vereinigt lassen können und die ersteren einfach als die früheren phyletischen Entwicklungszustände der letzteren betrachten. Die Stufenleiter, welche von den Acyttarien aufwärts durch die Heliozoen zu den Radiolarien empor steigt, stellt eine phylogenetische Fortschrittsreihe dar.

5) Amylum in den gelben Zellen der Radiolarien.

Als ich im Laufe des letzten Herbstes meine Radiolariensammlung durchmusterte, um womöglich noch einiges Genauere über die Beschaffenheit der Zellen im Körper dieser Protisten festzustellen, wurde ich nicht wenig durch die ganz unerwartete Entdeckung überrascht, dass die sonderbaren extracapsularen »gelben Zellen« derselben Stärkemehlkörner enthalten. Als ich nämlich Radiolarien aus verschiedenen Familien mit Jodlösung behandelte, um das Protoplasma der Zellen in den Centralkapseln gelb zu färben, wurden zu meinem Erstaunen die gelben Zellen ausserhalb der Centralkapsel dunkel violett-blau gefärbt und die nun vorgenommenen Versuche mit anderen Reagentien ergaben, dass der Inhalt dieser Zellen sich auch in jeder anderen Beziehung wie echtes Stärkemehl verhält.

Die extracapsularen »gelben Zellen« der Radiolarien habe ich in meiner Monographie derselben ausführlich beschrieben und durch Abbildungen erläutert¹⁾. Sie finden sich constant bei allen ausgebildeten Radiolarien, mit Ausnahme der Acanthometriden, und liegen stets ausserhalb der Centralkapsel. Hier findet man sie bald unmittelbar an der äusseren Oberfläche der Centralkapsel, eingeschlossen in die Schleimschicht der »Matrix«, welche die letztere umhüllt, bald weiter ausserhalb an den Pseudopodien, die von diesem Sarcodemutterboden ausstrahlen. Durch die strömenden Bewegungen, welche in der Sarcode oder dem Protoplasma der lebenden Radiolarien beständig stattfinden, werden die gelben Zellen passiv mit fortgerissen, und finden sich daher

1) HAECKEL, Radiolarien p. 84—87. Vergl. die Abbildungen der gelben Zellen von Thalassicolla (Taf. I, Fig. 2, Taf. II, Fig. 3), von Thalassosphaera (Taf. XII, Fig. 4), von Rhizosphaera (Taf. XXV, Fig. 4, 8), von Sphaerzoum (Taf. XXXIII, Fig. 2, 4), von Collosphaera (Taf. XXXIV, Fig. 3, 5) und von Collozoum (Taf. XXXV, Fig. 8, 11—14).

in der mannichfaltigsten Weise innerhalb der Strahlenzone, die durch die Pseudopodien gebildet wird, zerstreut.

Die Zahl und Grösse der gelben Zellen ist bei den verschiedenen Radiolarien sehr wechselnd, und auch bei einem und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten verschieden. Bisweilen ist jede einzelne Centralkapsel von mehr als hundert gelben Zellen umgeben, während andermale nur zwei bis fünf, oder selbst nur eine einzige sich findet. Die grössten haben 0,025, die kleinsten 0,005 Mm. Durchmesser. Der gewöhnliche Durchmesser beträgt zwischen 0,008 und 0,012 Mm. Die Form der gelben Zellen ist meistens rein kugelig, seltener abgeplattet oder ellipsoid verlängert (Taf. IV, Fig. 44). Die derbe Membran der kugeligen Zellen umschliesst einen festflüssigen Protoplasmakörper von ziemlicher Consistenz, der sich durch constant gelbe Färbung auszeichnet. Das Gelb variirt von blassem Schwefelgelb bis zu dunkelm Braungelb, ist aber meistens lebhaft citrongelb oder goldgelb. Das gelbe Protoplasma umschliesst einen Zellkern, dessen Durchmesser gewöhnlich die Hälfte oder ein Drittel des Zellendurchmessers beträgt. Der Kern ist ein scharf contourirtes, helles, gewöhnlich kugeliges Körperchen, welches oft noch einen deutlichen Nucleolus enthält. Neben dem Kern findet sich in dem Protoplasma der gelben Zellen eine gewisse Anzahl von Körnern, meistens 3 — 6 grössere und 20 — 30 kleinere Granula. Die grössten Körner übertreffen bisweilen den Kern an Durchmesser und erreichen ungefähr die Hälfte des Zellendurchmessers. Die Form dieser Granula ist verschieden, bald kugelig, bald scheibenförmig, bald unregelmässig rundlich oder vieleckig. J. MÜLLER beschrieb schon 1855 diese »äusserst kleinen Körnchen« und erklärte dieselben für die Ursache der gelben Farbe. In meiner Monographie bin ich dieser Annahme gefolgt (p. 85), fügte jedoch hinzu: »dass ausser den gelben Pigmentkörnchen auch der übrige flüssige Zelleninhalt (das Protoplasma) noch (gelb) gefärbt sei, habe ich bisweilen mit Bestimmtheit ermitteln können.« (p. 86). Durch meine neueren Untersuchungen bin ich zu der Ansicht gelangt, dass die gelbe Färbung nicht von den Körnern herrührt, sondern auf Rechnung einer gelben Pigmentlösung zu setzen ist, welche das ganze Protoplasma der Zellen durchtränkt.

Dass die gelben Zellen der Radiolarien echte Zellen im strengsten histologischen Wortsinne sind, und zwar von einer Haut umschlossene kernhaltige Zellen, darüber kann nicht der geringste Zweifel obwalten. Auch sind dieselben von allen Beobachtern der Radiolarien als solche anerkannt, mit einziger Ausnahme von ALEXANDER STUART, welcher dieselben »eher als Kerne zu betrachten geneigt ist«. Diese Differenz erklärt sich sehr einfach daraus, dass STUART gar keine gelben Zellen gesehen

hat. Denn das Radiolar (*Coscinosphaera ciliosa*), von welchem er dieselben beschreibt, ist kein Radiolar, sondern ein Polythalamium¹⁾.

Nichts beweist sicherer die unzweifelhafte Zellennatur der gelben Zellen, als ihre jederzeit leicht zu beobachtende Fortpflanzung, welche schon von JOHANNES MÜLLER und später von mir ausführlich beschrieben worden ist (l. c. p. 86). Man kann fast an jedem Radiolar neben den einfachen gelben Zellen solche antreffen, die in Theilung begriffen sind. Zuerst zerfällt der Kern in zwei Stücke, dann das Protoplasma. Noch innerhalb der Mutterzellen umgiebt sich jede der beiden kugeligen Tochterzellen mit einer Membran und wird dann frei, indem die Haut der Mutterzelle gesprengt wird. Nicht selten sah ich auch vier Tochterzellen in einer Mutterzelle (vergl. Taf. IV, Fig. 44 A—C, ferner meine Monographie, Taf. XXXIII, Fig. 2; Taf. XXXV, Fig. 44—43).

Wenn man die gelben Zellen der Radiolarien mit carminsaurem Ammoniak behandelt, so färbt sich der ganze Inhalt der kugeligen Zellen lebhaft roth, jedoch der Kern viel intensiver als das Protoplasma. Wenn man aber dann die gefärbten Zellen in Wasser zerdrückt, so sieht man, dass die den Kern umgebenden Körner, die angeblichen »Pigmentkörner« sich nicht durch das Carmin gefärbt haben. Der Nucleus tritt auch durch Essigsäure deutlich hervor. Auch in allen übrigen Reactionen verhält sich Kern und Protoplasma der gelben Zellen, wie bei jeder gewöhnlichen Zelle. Nur der gelbe Farbstoff, welcher an dem Protoplasma zu haften scheint, bedingt gewisse Eigenthümlichkeiten. Durch concentrirte Mineralsäuren wird derselbe blass grünlich gelb.

Ganz eigenthümlich ist das Verhalten der gelben Zellen gegen Jod. Schon 1855 gab JOHANNES MÜLLER an, dass die gelben Zellen durch Jod intensiv gelbbraun oder dunkelbraun gefärbt werden, im Gegensatz zu den »Nestern« (Centralkapseln), deren Inhalt durch Jod heller oder dunkler gelb wird. Er fand ferner, dass Jod und Schwefelsäure, oder Jod und Salzsäure, die Färbung der gelben Zellen in ein intensives Schwarzbraun verwandelt, während die Centralkapseln dadurch nicht dunkler werden. Setzt man dann aber kaustisches Kali oder Natron hinzu, so werden die gelben Zellen ganz hell, farblos und durchsichtig. Wird nun wieder das Alkali durch Schwefelsäure oder Salzsäure neutralisirt, und nochmals Jod zugesetzt, so tritt wiederum die intensiv

1) Die von STUART (Zeitschr. f. w. Z. 1866. XVI, p. 328; Taf. XVIII) in Fig. 2 und 3 abgebildete Form von *Coscinosphaera* ist die längst bekannte, mit feinen Kalkstacheln besetzte *Globigerina echinoides*, welche in grossen Mengen an der Oberfläche des Mittelmeeres schwimmt; die in Fig. 4 abgebildete Form ist die abgelöste letzte Kammer derselben (*Orbulina echinoides*). Natürlich hat sie keine Centralkapsel. Die angeblichen »gelben Kerne« sind Pigmentkörner.

dunkelbraune oder schwarzbraune Färbung ein. Wie schon MÜLLER fand, kann man diese abwechselnde Behandlung der gelben Zellen mit Alkalien, welche sie entfärben, und mit Jod und Schwefelsäure, welche sie schwärzlich färben, mehrmals wiederholen.

Ich habe die Versuche MÜLLER's an den lebenden Radiolarien, welche ich in den Jahren 1856—1867 in Nizza, Neapel, Messina und auf der canarischen Insel Lanzerote untersuchte, vielfach wiederholt und bestätigt gefunden. Jedoch fiel mir schon damals auf, dass die Färbung der gelben Zellen durch Jod und Schwefelsäure häufig nicht »intensiv dunkelbraun oder schwarzbraun«, sondern vielmehr violettbraun, rein violett, oder selbst violettblau erschien. Aber im Hinblick auf die sehr geringe Grösse des Objectes wagte ich nicht, daraus auf einen Gehalt an Amylum oder Cellulose zu schliessen.

Als ich nun im letzten Herbste mit stärkeren Vergrösserungen, als mir früher zu Gebote standen, (mit Objectivsystemen von ZEISS und von HARTNACK, die ein klares Bild noch bei einer Vergrösserung von 700 bis 1000 geben) wiederum die gelben Zellen der Radiolarien untersuchte, kam ich zu der sicheren Ueberzeugung, dass die gelben Zellen wirklich echtes Amylum enthalten, oder docheine diesem ganz nahe stehende, geformte, stickstofffreie Kohlenstoffverbindung.

Die Radiolarien, an denen ich diese histologischen Untersuchungen anstellte, waren von mir theils in Messina, theils in Arrecife (auf der canarischen Insel Lanzerote) gesammelt und gehörten folgenden Species an: *Thalassicolla pelagica* (Monographie der Radiolarien, Taf. I) *T. nucleata* (Taf. III, Fig. 1—5), *Collozoum inerme* (Taf. XXXV), *Sphaerouzoum italicum*, *S. spinulosum*, *S. ovodimare*, *S. punctatum* (Taf. XXXIII), *Rhaphidozoum acuferum* (Taf. XXXII, Fig. 9, 10) und *Collosphaera Huxleyi* (Taf. XXXIV). Alle diese Radiolarien gehören zu jenen Gruppen, die sich wegen der besonderen Grösse ihrer gelben Zellen vorzüglich für diese Untersuchung eignen, und da das Resultat der Untersuchung bei allen Arten dasselbe war, kann ich dasselbe, ohne auf die einzelnen Species einzugehen, kurz in Folgendem zusammenfassen.

Vorausschicken muss ich, dass alle untersuchten Radiolarien in Liquor conservativus aufbewahrt waren, und ihre feineren histologischen Eigenthümlichkeiten darin trefflich erhalten hatten. Dieser Liquor, aus zwei Theilen Kochsalz, einem Theil Alaun und einer geringen Spur Sublimat zusammengesetzt, hatte vielleicht insofern chemisch ändernd auf die Präparate eingewirkt, als darin der Sublimat, wie gewöhnlich, sich zersetzt hatte, und somit wahrscheinlich eine sehr geringe Quantität Salzsäure frei geworden war. Auch war möglicherweise etwas Alaun zersetzt und dadurch eine Spur Schwefelsäure frei geworden.

Sobald ich nun ein in dieser Flüssigkeit conservirtes Radiolar mit einem Tropfen Jodlösung (Jod in Jodkalium gelöst) behandelt bei einer Vergrößerung von mindestens 700 unter das Mikroskop brachte, wurde ich stets von einer intensiv blauen Färbung der gelben Zellen überzeugt. Das Blau war ganz reines Dunkelblau, und wie bei den verschiedenen Modificationen des Amylum bald mehr indigo-, bald mehr violettblau, röthlich blau oder schwarzblau. Die Färbung haftete ganz deutlich nur an den im Protoplasma liegenden geformten Körnern, welche JOHANNES MÜLLER und ich selbst früher für gelbe Pigmentkörner gehalten hatten. Das Protoplasma selbst, sowie der Zellkern waren durch das Jod intensiv gelb gefärbt, wie sich besonders deutlich beim Zerdrücken der Zellen zeigte. Innerhalb der Zelle wurde der gelbe Kern meist ganz durch die blauen Körner verdeckt. Je zahlreicher und grösser die im Protoplasma liegenden Körner waren, je mehr sie den Zellenraum erfüllten, desto intensiver schwarzblau war die ganze Zelle. An jungen Zellen, welche bloss eines oder ein paar kleine Körner enthielten, wurden bloss diese blau gefärbt, und die übrige Zelle gelb.

Die blaue Färbung der gelben Zellen trat unmittelbar nach dem Zusatz der Jodlösung ein, und zwar ganz ebenso, wenn vorher Säuren eingewirkt hatten, als wenn dies nicht der Fall gewesen war. Auch der nachherige Zusatz von Schwefelsäure, Salzsäure, Essigsäure, veränderte die blaue, durch Jod allein hervorgerufene Färbung nicht. Die Centralkapseln wurden bei derselben Behandlung intensiv goldgelb gefärbt. Beim Zerdrücken derselben zeigte es sich, dass die grosse centrale »Oelkugel«, welche bei den Collozoen, Sphaerozoen, Collosphaeren u. s. w. in der Mitte der Centralkapsel liegt, farblos geblieben war, und dass die intensiv gelbe Färbung bloss von den kugeligen oder polyedrischen Zellen herrührte, die rings um die centrale Oelkugel den Kapselraum erfüllen, und die ich vorher als die wahrscheinlichen Sporen der Radiolarien in Anspruch genommen habe.

Die dunkelblaue Färbung der gelben Zellen durch Jod verschwand sofort nach Zusatz kaustischer Alkalien. Sobald das Kali oder Natron eingewirkt hatte, quoll die gelbe Zelle beträchtlich auf, und wurde ganz hell, farblos und durchsichtig. Die Umrisse der deutlich aufgequollenen Körner waren dann als feine Linien noch sichtbar. Wenn ich das Alkali durch eine Säure (Schwefelsäure, Salzsäure oder Essigsäure) neutralisirte, und dann wieder einen Tropfen Jod zusetzte, so trat sofort wieder die intensiv blaue Färbung der gelben Zellen ein. Dieselbe erfolgte aber ebenso, wenn ich das Alkali durch reichliches Abspülen mit Wasser von dem Präparate entfernt hatte, und dann

einen Tropfen Jodlösung hinzusetzte. Die blaue Färbung trat ebenso wieder ein, wenn ich Jodlösung in grossem Ueberschuss zu dem Alkalipräparate gesetzt hatte. Die abwechselnde Färbung durch Jodlösung und Entfärbung durch Alkali konnte ich drei bis vier Mal wiederholen, ehe die gelben Zellen mit ihrem Inhalte zerstört wurden.

In allen diesen Beziehungen verhielten sich die Körner in den gelben Zellen der Radiolarien genau wie echte Amylumkörner. Auch in allen übrigen chemischen Beziehungen konnte ich nicht den geringsten Unterschied auffinden. Zur Controlle stellte ich bei jedem Versuche mit den gelben Zellen einen parallelen Versuch mit verschiedenen Sorten von Stärkemehlkörnern an und erhielt in allen Fällen genau dasselbe Resultat. Auch die wiederholte Entfärbung durch Alkali und Blaufärbung durch Jod erfolgte bei den gelben Zellen und bei den vegetabilischen Amylumproben genau in derselben Zeit und in derselben Weise. Ich kann demnach nicht den geringsten Zweifel mehr darüber hegen, dass die geformten Körner in den gelben Zellen der Radiolarien aus einer Substanz bestehen, die nicht von dem Amylum der Pflanzen unterscheidbar ist.

Die abweichenden Angaben, die JOHANNES MÜLLER und ich selbst früher über die Jodreaction der gelben Zellen gemacht haben, erklären sich, wie ich jetzt glaube, einfach daraus, dass wir bei unseren früheren Untersuchungen zu schwache Vergrösserungen anwendeten. An den lebenden Radiolarien verdeckte bei nicht hinreichend starker Vergrösserung die intensiv gelbe Färbung des Protoplasma die durch Jod erfolgte blaue Färbung der darin versteckten Körner. Das dunkelgelbe Protoplasma zusammen mit dem violetten Blau der Körner gab eine dunkelbraune oder schwärzlichbraune Färbung. Auch bei den kürzlich von mir untersuchten Präparaten aus Liquor conservativus tritt die blaue Farbe erst bei 400 maliger Vergrösserung deutlich hervor, und wird um so klarer und reiner, je stärker die Vergrösserung wird, und je mehr sich die rein blauen Körner von dem umhüllenden gelben Protoplasma abheben. Bei so kleinen Körpern, wie es die Amylumkörner der gelben Zellen sind, ist dieser Umstand von grosser Wichtigkeit. Bei einer Vergrösserung von nur 300 und darunter erscheinen die gelben Zellen nach Jodfärbung gewöhnlich schwärzlich, weil das Violettblau der Körner mit dem Dunkelgelb des Protoplasma und des Nucleus zusammenwirkt. Vielleicht tritt aber die blaue Farbe an den in Liquor aufbewahrten Präparaten auch desshalb deutlicher hervor, weil durch den Liquor die natürliche gelbe Pigmentirung des Protoplasma vernichtet wird. An allen Liquorpräparaten erscheinen die gelben Zellen entweder ganz farblos, oder nur ganz schwach gelblich gefärbt. Wahrscheinlich ist

diese Entfärbung der Wirkung des Alaun, vielleicht auch einer Spur von freier Salzsäure zuzuschreiben. Jedenfalls erleichtert sie das Hervortreten der blauen Jodreaction.

In dieser Weise erklärt sich, wie ich glaube, die abweichende Angabe, welche JOHANNES MÜLLER zuerst von der Jodreaction der gelben Zellen machte, und welcher ich in meiner Monographie nicht zu widersprechen wagte, trotzdem mir schon damals häufig der Farbenton der durch Jod sehr dunkel oder fast schwärzlich gefärbten gelben Zellen eher blau statt braun zu sein schien. Will man diese Erklärung nicht gelten lassen, so müsste man annehmen, dass die Substanz der Granula in den gelben Zellen durch die mehrjährige Aufbewahrung in Liqueur conservativus erst in Amylum umgewandelt worden sei. Diese Annahme scheint mir aber wenig Vertrauen zu verdienen, und man würde auch dann noch annehmen müssen, dass jene Körnersubstanz aus einer dem Stärkemehl sehr nahe stehenden Verbindung bestehe, die sich durch Jod allein braun oder gelb färbt, ähnlich dem Inulin der Pflanzen. Die Spur von freier Salzsäure (aus zersetztem Sublimat entstanden), oder von freier Schwefelsäure (aus zersetztem Alaun entstanden), die möglicherweise in dem Liqueur conservativus vorhanden gewesen wäre, müsste dann genügt haben, jene amyloide Körnersubstanz in wirkliches Amylum überzuführen.

Es entsteht nun die Frage, wie dieser sonderbare Fund von Amylum in Radiolarienzellen physiologisch und systematisch zu verwerthen ist. Dass die gelben Zellen zu dem Organismus der Radiolarien gehören, und dass die Stärkekörner sich in den gelben Zellen erst gebildet haben, kann nicht zweifelhaft sein. Von aussen können sie in die von einer derben Membran fest umschlossenen Zellen nicht hinein gelangt sein. Sie müssen also Producte des Stoffwechsels eben dieser Zellen selbst sein. Und dass dieselben jedenfalls irgend eine bedeutende physiologische Rolle im Organismus dieser Protisten spielen müssen, scheint ebensowohl aus ihrer allgemeinen Verbreitung bei allen Radiolarien, wie aus ihrem massenhaften Entstehen und Vergehen hervorzugehen.

Wenn man erwägt, welche hohe physiologische Bedeutung, beträchtliche Anhäufung und allgemeine Verbreitung dem Amylum im Pflanzenorganismus zukommt, und wenn man andererseits bedenkt, wie selten, spärlich und bedeutungslos sein Vorkommen im Thierkörper ist, so könnte man wohl geneigt sein, in dem massenhaften Vorkommen von Stärke bei den Radiolarien einen Charakter zu finden, der ihren systematischen Platz im Protistenreiche von der animalen Grenzmarke entfernt und der vegetabilen Grenzmarke nähert. Obgleich gewiss an sich die blosse Production grosser Amylummengen nichts für die vege-

tabilische Natur eines Organismus beweist (— so wenig als der Cellulosemantel der Tunicaten oder das Chlorophyll der *Hydra viridis* —) so darf man doch andererseits nicht vergessen, dass ein solcher chemischer Vegetabiliencharakter bei einer zweifelhaften Protistengruppe ein ganz anderes Gewicht besitzt, wie bei einer unzweifelhaften Thiergruppe. Jedenfalls wird dadurch bei den Radiolarien die Existenz von wichtigen Vorgängen des Stoffwechsels und der Ernährung dargethan, welche im Pflanzenreich fast allgemein verbreitet sind, im Thierreich sehr selten oder fast nie vorkommen. Und dabei ist ferner noch zu bedenken, dass die Quantität des Amylum, das in den gelben Zellen der Radiolarien sich bildet, in vielen Fällen höchst beträchtlich ist. Bei manchen Thalassicollen, Collozoen und Sphaerozoen, wo auf eine einzelne Centralkapsel mehr als hundert gelbe Zellen kommen, und wo die Centralkapsel selbst weniger als hundert, und viel kleinere Zellen einschliesst, wird das gesammte Volum des Amylum, das darin abgelagert ist, grösser sein, als das ganze übrige Volum des Körpers. Mehr als die Hälfte des ganzen Radiolarienorganismus wird in diesen Fällen aus Stärkemehl bestehen!

Leider sind nun zur Zeit die Mittel zur Lösung dieses Räthsels nur sehr ungenügend. Die eigentliche physiologische Bedeutung der sonderbaren gelben Zellen, die unter allen Protisten nur den Radiolarien zukommen, war uns bis heute noch so gut wie unbekannt. JOHANNES MÜLLER hatte anfänglich die Vermuthung geäussert, dass die gelben Zellen bei der Fortpflanzung betheiligt, und entweder Sporen oder Keime von jungen »Nestern« (Centralkapseln) seien. Später zeigte er selbst, dass diese Annahme unhaltbar sei, wagte jedoch keine andere Vermuthung über ihre Bedeutung auszusprechen. Nur der Curiosität halber mag hier beiläufig ein possierlicher Einfall von ALEXANDER STUART erwähnt werden, »dass das Aufsteigen und Niedersinken der Radiolarien im Meere auf plötzlichem Ortswechsel der gelben Körper beruht, die bald nach aussen auf die Pseudopodien treten, bald in das Innere des Weichkörpers sich zurückziehen«!! Diese physikalische Theorie lässt sich nur mit derjenigen M ü n c h h a u s e n's vergleichen, der sich an seinem eigenen Zopfe aus dem Sumpfe ziehen wollte; sie schliesst sich den übrigen Ideen und Angaben STUARTS würdig an.

In meiner Monographie der Radiolarien hatte ich zu zeigen versucht, dass die einzige physiologische Function der gelben Zellen, von der man sich eine einigermaassen klare Vorstellung bilden könne, auf dem Gebiete der Ernährung oder des Stoffwechsels liegen müsse. Aus dem massenhaften Entstehen und Vergehen der gelben Zellen, aus ihrer lebhaften Fortpflanzung und aus ihrem übrigen Verhalten glaubte ich

auf eine sehr kurze Lebensdauer derselben schliessen zu können, und knüpfte daran weiter die Vermuthung, dass die gelben Zellen »secernirende Zellen« seien, gewissermaassen freie Leberzellen oder einzellige Verdauungsdrüsen, deren durch Bersten der Membran frei werdender Saft zur Auflösung der aufgenommenen Nahrung durch die Sarcodemitwirkt (l. c. p. 137). Auch jetzt noch scheint mir diese Hypothese, in Ermangelung einer besseren, nicht ganz zu verwerfen, wenn sie auch noch wesentlich zu modificiren sein dürfte. Jedenfalls hat die Entdeckung des Amylum meine Behauptung, dass die eigentliche physiologische Bedeutung der gelben Zellen im Gebiete der Ernährung zu suchen sei, nur bestätigt. Es wird dabei nicht unpassend sein, an die grosse Rolle zu erinnern, welche das Stärkemehl bei der Ernährungsthätigkeit der Pflanzen spielt.

Bekanntlich wird das Amylum im Pflanzenorganismus als einer der wichtigsten Reservestoffe betrachtet, als ein überschüssiges Product des Stoffwechsels, welches in den Pflanzenzellen abgelagert und aufgespeichert wird, um später bei gelegener Zeit wieder gelöst und als Baumaterial für die Cellulosemembranen etc. verwendet zu werden. Da jedoch die letzteren im Radiolarienorganismus fehlen und auch sonstige Theile desselben nicht bekannt sind, für deren Aufbau die aufgespeicherten Amylumkörner als Reservematerial unmittelbar verwendet werden könnten, so muss die specielle Erforschung der Rolle, welche das Stärkemehl in den gelben Zellen bei der Ernährung der Radiolarien spielt, künftigen Untersuchungen überlassen bleiben.

6) Die Identität der Flimmerbewegung und der amoeboiden Protoplasmaabewegung.

Gelegentlich der Untersuchungen über lebende Kalkschwämme, welche ich im August und September 1869 bei Bergen an der norwegischen Küste anstellte, gelang es mir, die unmittelbare Verwandlung von flimmernden Epithelialzellen in amoeboide Zellen nachzuweisen, und somit ein histologisches Desiderat zu erfüllen, welches durch die Untersuchungen der letzten Jahre immer mehr in den Vordergrund gedrängt worden war. Die neueren physiologischen Untersuchungen über die Flimmerbewegung, vor allen die sehr ausführliche und vortreffliche Arbeit von Dr. WILHELM ENGELMANN¹⁾, ferner namentlich die früheren

1) Th. W. ENGELMANN, über die Flimmerbewegung. Vergl. Jenaische Zeitschrift 1868, Vol. IV, p. 321, und namentlich p. 470—478.

Untersuchungen von Dr. M. ROTH¹⁾ haben die nahen Beziehungen der Flimmerbewegung zu der amoeboiden Bewegung immer stärker hervorgehoben und dargethan, dass (entgegengesetzt den früheren Annahmen) in physiologischer Beziehung die Flimmerbewegung der amoeboiden Bewegung näher steht, als der Muskelbewegung.

Die frühere Annahme, dass die Flimmerhaare äusserlich der »Zellenmembran« aufgesetzt, oder als Auswüchse der letzteren zu betrachten seien, darf jetzt als ganz beseitigt angesehen werden. Viele (vielleicht die meisten) Flimmerzellen sind nackte, membranlose Zellen. Die flimmernden Fortsätze der Zelle, seien dieselben eine einfache Geissel oder mehrfache Cilien, sind stets directe Fortsetzungen des Protoplasma der Zellen, und man sieht daher mit Recht die Flimmerbewegung als eine Folge der Contractilität an, die dem Protoplasma und seinen unmittelbaren Fortsetzungen innewohnt. Jedoch gilt es in der Histologie noch nicht als empirisch bewiesen, dass wirklich die Flimmerzellen aus contractilen Zellen sich entwickeln. ROTH sagt in seinen Untersuchungen: »Es wäre nun noch, was mir bisher nicht mit Sicherheit hat gelingen wollen, der Nachweis zu liefern, dass die Flimmerzellen aus contractilen Zellen sich entwickeln.« Auch ENGELMANN sieht die Identität der Flimmerbewegung und der Protoplasmaabewegung noch nicht als erwiesen an, obwohl er die nahe Beziehung zwischen beiden Bewegungsformen ausdrücklich hervorhebt.

Beobachtungen über verschiedene niedere Organismen, die ich im Laufe der letzten Jahre angestellt habe, führten mich schon seit längerer Zeit zu der Annahme, dass die Flimmerplastiden unmittelbar durch Verwandlung von amoeboiden Plastiden entstehen, und dass mithin die Flimmerbewegung nur eine bestimmte Modification der amoeboiden Protoplasmaabewegung ist. Gegenwärtig kann ich für diese Annahme den directen Beweis liefern. Bei der nachfolgenden Darlegung dieses Verhältnisses erscheint es von Wichtigkeit, die beiden Modificationen der Flimmerbewegung zu unterscheiden, welche ich in meinem Aufsatze über den Organismus der Schwämme etc.²⁾ als Geisselbewegung und Flimmerbewegung getrennt habe. Denn es ist sicher nicht ohne tiefere Bedeutung, dass in einer ganzen grossen Classe von Thieren, wie die der Schwämme ist, alles Flimmerepithel aus-

1) Dr. M. ROTH, über einige Beziehungen des Flimmerepithels zum contractilen Protoplasma. Virchows Archiv B. 37, p. 184.

2) HAECKEL, über den Organismus der Schwämme etc. (Jenaische Zeitschrift V, p. 223).

schliesslich Geissel epithel (*E. flagellatum*) ist, dessen Plastiden nur je eine Geissel, ein isolirtes Flimmerhaar, tragen, während bei den meisten höheren Thieren das Wimper epithel (*E. ciliatum*) vorherrscht, dessen Plastiden mit je zwei oder mehreren Flimmerhaaren, Cilien oder Wimpern versehen sind. Wenn auch die Flimmerbewegung bei den einhaarigen Geisselplastiden und bei den vielhaarigen Wimperplastiden wesentlich identisch ist, so sind doch beide Formen als zwei mehr oder minder bedeutende Modificationen eines gemeinsamen Grundphänomens (*Motus vibratorius*) aufzufassen.

Die Verwandlung der Geisselbewegung (*Motus flagellaris*) in die amoeboide Protoplasmaabewegung habe ich in der einfachsten Form bei *Protomyxa aurantiaca* nachgewiesen¹⁾; sie lässt sich ebenso bei der norwegischen *Protomonas Huxleyi* verfolgen. Die nackten Protoplasma kugeln, welche bei diesen Moneren aus dem Zerfall des encystirten kugeligen Sarcodetkörpers hervorgehen und welche nachher als »Schwärm sporen« die Fortpflanzung vermitteln, verwandeln sich noch innerhalb der Kapsel in eine birnförmige Cytode mit einem langen haarfeinen Fortsatze. Nachdem sie die Cyste verlassen haben, schwärmen sie eine Zeit lang, wie ein Flagellat, mittelst jener Geissel umher, und gehen dann unmittelbar in amoeboide Cyto den über. Die Geissel wird nur noch als amoeboider Fortsatz benutzt und gleichzeitig treten andere ähnliche spitze Fortsätze an verschiedenen Stellen des kleinen Plasmastückes hervor.

Die betreffenden »Schwärm sporen« der *Protomyxa* sind kernlose Plastiden, also Cytoden. Aber auch bei Schwärm sporen, welche einen Kern enthalten, also echte Zellen sind, ist derselbe Uebergang aus der Geisselzelle in die amoeboide Zelle schon mehrfach constatirt worden. Die erste und älteste, hierher gehörige Beobachtung dürfte von DE BARY herrühren, welcher in seiner Monographie der Myxomyceten²⁾ ausführlich beschreibt, wie die nackten Fortpflanzungszellen dieser Protisten aus ihrer Sporenhülle in Gestalt einfacher Amoeben hervorschlüpfen, dann eine Geissel hervorstrecken und in Form von Flagellaten umherschwimmen, und endlich in den Amoebenzustand zurückkehren, um darin zu verharren. In gleicher Weise sah CLARK einzelne Flagellaten ihre Geissel einziehen und sich nach Art der Amoeben durch Ausstrecken und Einziehen formveränderlicher Fortsätze umherbewegen³⁾.

1) HAECKEL, Monographie der Moneren. S. 22.

2) DE BARY, Die Mycetozoen, Zeitschr. für wiss. Zool. 1860, Vol. X, S. 155.

3) JAMES CLARK, Spongiae ciliatae as Infusoria Flagellata. Memoirs of Boston Society nat. hist. 1867, Taf. IX, X.

Man könnte diesen Beobachtungen entgegenhalten, dass es sich hier um einzelne, selbstständig lebende Plastiden handle, nicht aber um solche Plastiden, wie sie schichtenweis aggregirt in den Flimmerepithelien auftreten. Um so wichtiger war es mir, durch die Eingangs erwähnte Beobachtung feststellen zu können, dass auch an flimmernden Epithelialzellen dieselbe Umwandlung vorkommt. Als ich nämlich bei Bergen an lebenden Kalkschwämmen aus der Gattung *Leucosolenia*, BOWERBANK (*Grantia*, LIEBERKÜHN) das Flimmerepithel untersuchte, welches dort in Form einer einzigen Lage von Geisselzellen das ernährende Canalsystem auskleidet, bemerkte ich zu meiner grossen Ueberraschung, dass die durch Zerzupfen isolirten Geisselzellen nach einiger Zeit in amoeboide Zellen übergingen. Die lange und ziemlich starke Geissel, welche jede Epithelialzelle des Entoderm trägt, und welche sich während des Lebens lebhaft schlagend bewegt, fing zuerst an, langsamer zu schwingen. Allmählich wurden die Schwingungen sehr langsam und ganz unregelmässig. Zugleich wurde der geisselförmige Fortsatz des Protoplasma kürzer und dicker, und endlich ganz in den nackten Protoplasmaleib der Zelle zurückgezogen. Gleichzeitig aber begann der letztere, eine grössere Zahl (bis gegen 20 und 30) von spitzen, geisselartigen Fortsätzen an verschiedenen Stellen seiner Oberfläche hervorstrecken, diese bewegten sich langsam und wurden wieder eingezogen, während neue spitze Fortsätze an anderen Stellen der Oberfläche vortraten. Kurz, die einzelnen Zellen nahmen die Form einer kleinen *Amoeba radiosa* an und krochen in dieser wechselnden Form lange Zeit umher. Aber auch bei solchen Epithelialzellen der *Leucosolenia*, die noch reihenweis oder selbst in grösseren Lappen zusammenhängen, war gleicherweise der Uebergang der Flimmerzellen in amoeboide Zellen wahrzunehmen, nur mit dem Unterschiede, dass hier die amoeboiden Fortsätze nur an den beiden freien Flächen des Lappens oder Streifens hervortraten, der durch die noch fest zusammenhängenden, zahlreichen Geisselzellen gebildet wurde. Ich werde diesen Vorgang in meiner, in der Ausführung begriffenen »Monographie der Kalkschwämme« ausführlich beschreiben und durch Abbildungen erläutern.

Die Entstehung der Wimperbewegung (*Motus ciliaris*) aus der amoeboiden Protoplasma-bewegung habe ich zuerst 1866 auf der canarischen Insel Lanzerote beobachtet, und zwar an den Furchungskugeln, welche aus der Eifurchung der Siphonophoren hervorgehen ¹⁾. Diejenigen Zellen, welche an der Oberfläche des kugeligen,

1) HAECKEL, Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. Utrecht, 1869. Taf. VI, Fig. 36; Taf. XIV, Fig. 93.

aus gleichartigen nackten Furchungszellen zusammengesetzten Zellenhaufens sich befinden, beginnen nach Art der Amöben zahlreiche, formwechselnde Fortsätze hervorstrecken. Diese langsam sich bewegendenden Fortsätze der nackten amöboiden Zellen gehen nachher direct in schlagende Wimpern oder Cilien über. So überzieht sich der ganze kugelige Zellenhaufen mit einem zusammenhängenden Flimmerepithel. Jede Epithelialzelle trägt mehrere Flimmerhaare, und diese gehen unmittelbar aus den stumpfen fingerförmigen Fortsätzen der amöboiden Zellen hervor.

Die gleiche Beobachtung habe ich im letzten Herbste an einer sehr sonderbaren neuen Protistenform gemacht, die ich demnächst unter dem Namen *Magosphaera planula* beschreiben werde. Dieselbe repräsentirt eine neue selbstständige Gruppe des Protistenreichs. Die mit vielen Wimpern bedeckten birnförmigen Zellen, welche den kugeligen Körper zusammensetzen, gehen aus amöboiden Zellen hervor und gehen nachher selbst wieder in amöboide Zellen über.

7) Die Plastidentheorie und die Kohlenstofftheorie.

Die lebhaften Kämpfe, welche gegenwärtig noch über die Entwicklungstheorie geführt werden, und welche früher oder später mit ihrem vollständigen Siege endigen müssen, bringen schon jetzt den grossen Vortheil, dass die flach gewordene empirische Naturforschung sich wieder zu vertiefen und auf die philosophischen Grundfragen der Erkenntniss zurückzugehen beginnt. Unter diesen Grundfragen drängt sich eine immer mehr in den Vordergrund. Giebt es nur eine Natur, in der überall und jederzeit dieselben nothwendigen Gesetze gelten? Oder giebt es zwei grundverschiedene Naturgebiete, eine anorganische Natur, in welcher nothwendig wirkende Ursachen (*Causae efficientes*) ausschliesslich thätig sind, und eine organische Natur, in welcher daneben noch zweckmässig schaffende Ursachen (*Causae finales*) wirksam sind? Die Anhänger der Entwicklungstheorie bejahen die erstere, die Gegner die letztere Frage. Die ersteren stützen sich auf ihre monistische und mechanische, die letzteren auf ihre dualistische und teleologische Naturanschauung.

Die Gründe, welche für die monistische Ansicht von der Einheit der Natur sprechen, habe ich im zweiten Buche meiner generellen Morphologie, und namentlich im fünften Kapitel derselben ausführlich behandelt. Als letzte Consequenz der universalen Entwicklungstheorie,

durch welche zugleich jene monistische Weltanschauung auf das Festeste gestützt wird, habe ich daselbst meine Kohlenstofftheorie begründet. Da diese Kohlenstofftheorie eben so entschiedenen Beifall bei den Anhängern der Entwicklungslehre¹⁾, als lebhaften Widerspruch bei ihren Gegnern²⁾ hervorgerufen hat, sei es mir hier schliesslich gestattet, nochmals auf den innigen Zusammenhang hinzuweisen, welcher zwischen der Kohlenstofftheorie und der Plastidentheorie besteht. Es genügt dafür die denkende Erwägung der nachstehenden Sätze, für welche die ausführlichen Beweise im zweiten und dritten Buche der generellen Morphologie enthalten sind.

1. Die Formen der Organismen und ihrer Organe entstehen sämtlich durch ihre Lebensthätigkeit und zwar allein durch die Wechselwirkung, welche zwischen zwei physiologischen Functionen, der Vererbung und Anpassung besteht.

2. Die Vererbung ist eine Theilerscheinung der Fortpflanzung, die Anpassung dagegen eine Theilerscheinung der Ernährung der Organismen. Diese beiden physiologischen Functionen beruhen aber, wie alle anderen Lebensthätigkeiten, auf der Beschaffenheit der physiologischen Organe, durch welche sie bewirkt werden.

3. Die physiologischen Organe des Organismus sind entweder einfache Plastiden (Cytoden oder Zellen); oder sie sind Theile von Plastiden (z. B. Kerne der Zellen, Flimmerhaare des Protoplasma); oder sie sind aus mehreren Plastiden zusammengesetzt (die grosse Mehrzahl der Organe). In allen diesen Fällen sind die Formen und Leistungen der Organe auf die Formen und Leistungen der Plastiden zurückzuführen.

4. Die Plastiden sind entweder einfache Cytoden (structurlose und kernlose Protoplaststücke) oder Zellen; da aber auch diese letzteren durch Differenzirung des inneren Kerns und des äusseren Protoplasma ursprünglich erst aus Cytoden entstanden sind, so lassen sich die Formen und Lebenseigenschaften aller Plastiden auf einfachste Cytoden als ihren ersten Ausgangspunkt zurückführen.

5. Die einfachsten Cytoden, aus denen alle übrigen Plastiden (Cytoden und Zellen) erst durch Vererbung und Anpassung entstanden sind, bestehen wesentlich und nothwendig aus weiter nichts, als aus einem Stückchen von structurlosem Protoplasma, einer eiweissartigen, stickstoffhaltigen Kohlenstoffverbindung; alle übrigen Bestand-

1) GEORG SEIDLITZ, die Bildungsgesetze der Vogeleiern in histologischer und genetischer Beziehung, und das Transmutationsgesetz der Organismen. Leipzig 1869.

2) HEINRICH BUFF (Professor der Physik in Giessen): Ueber den Entwicklungsgang der Naturwissenschaften. Giessen, 1868.

theile der Plastiden sind erst secundär aus dem Protoplasma entstanden (»Plasmaproducte«).

6. Die einfachsten selbstständigen Organismen, welche wir kennen, und welche überhaupt denkbar sind, die Moneren, bestehen in der That zeitlebens aus weiter nichts, als aus einer einfachsten Cytode, einem structurlosen Stückchen Protoplasma; und da sie dennoch alle Lebens-thätigkeiten (Ernährung, Fortpflanzung, Reizbarkeit, Bewegung) vollziehen, sind diese letzteren hier offenbar an das structurlose Protoplasma gebunden.

7. Das Protoplasma oder der Bildungsstoff (auch Zellstoff oder Urschleim genannt) ist daher die einzige materielle Grundlage, an welche ausnahmslos und nothwendig alle sogenannten »Lebenserscheinungen« ursprünglich geknüpft sind; will man die letzteren als Ausfluss einer besonderen, von dem Protoplasma unabhängigen Lebenskraft ansehen, so muss man nothwendig auch die physikalischen und chemischen Eigenschaften jedes anorganischen Naturkörpers als Ausfluss einer besonderen, nicht an seinen Stoff gebundenen Kraft ansehen.

8. Das Protoplasma aller Plastiden ist, gleich allen anderen eiweissartigen oder Proteinkörpern, aus vier unzerlegbaren Elementen, Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzt, zu denen sich häufig, jedoch nicht immer, als fünftes Element noch Schwefel gesellt.

9. Die Formen und Lebenseigenschaften des Protoplasma sind bedingt durch die eigenthümliche Art und Weise, in welcher sich der Kohlenstoff mit den drei oder vier anderen genannten Elementen zu verwickelten Verbindungen zusammengesetzt hat; kohlenstofflose Verbindungen zeigen niemals jene eigenthümlichen chemischen und physikalischen Eigenschaften, welche nur einem Theile der Kohlenstoffverbindungen (den sogenannten »organischen Verbindungen«) ausschliesslich zukommen; desshalb hat auch die neuere Chemie die Bezeichnung »organische Verbindungen« durch die tiefer greifende Bezeichnung: »Kohlenstoffverbindungen« ersetzt.

10. Der Kohlenstoff ist demnach dasjenige Element, derjenige unzerlegbare Grundstoff, welcher vermöge seiner eigenthümlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften den verschiedenen Kohlenstoffverbindungen ihren eigenthümlichen »organischen« Charakter aufprägt und insbesondere das Protoplasma, den »Lebensstoff«, zur materiellen Basis aller Lebenserscheinungen gestaltet.

11. Die eigenthümlichen Eigenschaften, welche das Protoplasma und die davon secundär abgeleiteten übrigen Gewebe und Körperbestandtheile der Organismen auszeichnen, insbesondere ihr festflüssiger

Aggregatzustand, ihr beständiger Stoffwechsel (einerseits die leichte Zersetzbarkeit, andererseits die leichte Assimilationsfähigkeit) und ihre übrigen »Lebenseigenschaften« sind also einzig und allein durch die eigenthümlichen und verwickelten Verhältnisse bedingt, in denen sich unter gewissen Umständen der Kohlenstoff mit den übrigen Elementen zu verbinden vermag.

12. Die sämtlichen Eigenschaften der Organismen sind demnach in letzter Instanz durch die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Kohlenstoffs und der mit ihm verbundenen übrigen Elemente ebenso mit Nothwendigkeit bedingt, wie die sämtlichen Eigenschaften jedes Salzes und jeder anorganischen Verbindung durch die physikalischen und chemischen Eigenschaften der sie zusammensetzenden Elemente bedingt sind.

Wenn diese zwölf, in der generellen Morphologie ausführlich begründeten Thesen richtig sind, wenn demnach mit Hülfe meiner Plastidentheorie und Kohlenstofftheorie die »Einheit der Natur« erwiesen ist, so dürfte damit, wie SEIDLITZ ((l. c.) hervorgehoben hat, ein Fortschritt zu dem hohen Endziel der Biologie gethan sein, welches CARL ERNST BAER in seiner klassischen Entwicklungsgeschichte der Thiere mit den Worten bezeichnet hat: »Die Palme aber wird der Glückliche erringen, dem es vorbehalten ist, die bildenden Kräfte des thierischen Körpers auf die allgemeinen Kräfte oder Lebensrichtungen des Weltganzen zurückzuführen.«

Erklärung der Abbildungen.

Taf. III.

Bathybius Haeckelii (HUXLEY).

Fig. 1—12. Protoplasmakörper von Bathybius.

Fig. 1. Eine grössere Cytode von Bathybius mit eingebetteten Coccolithen. Das Protoplasma, welches viele Discolithen und Cyatholithen enthält, bildet ein Netzwerk mit breiten Strängen. Vergr. 700.

Fig. 2. Eine grössere Cytode von Bathybius, ohne eingelagerte Coccolithen. Das Protoplasma, welches viele sehr kleine unregelmässige Körperchen enthält, bildet ein Netzwerk mit breiten Strängen. Vergr. 700.

Fig. 3. Eine kleinere Cytode von Bathybius ohne eingelagerte Coccolithen. Das Protoplasma bildet ein weitmaschiges Netzwerk mit schmalen Strängen. Vergr. 700.

Fig. 4. Eine grössere Cytode von Bathybius, deren eingelagerte Coccolithen durch Säure gelöst sind. In dem Protoplasma, das ein Netzwerk mit breiten Strängen bildet, sind viele unlösliche kleine Körperchen zurückgeblieben. Vergr. 700.

Fig. 5. Eine kleinere Cytode von Bathybius, deren Protoplasmakörner theilweise durch ausgeschwitzte Gallertmasse (»Matrix«) getrennt sind. Vergr. 700.

Fig. 6. Eine kleinere Cytode mit verzweigten Fortsätzen (Pseudopodien). Vergr. 700.

Fig. 7. Eine amoebenförmige grosse Cytode, welche zwei Cyatholithen umschliesst.

Fig. 8. Eine amoebenförmige kleine Cytode, welche einen kreisrunden Discolithen umschliesst. Vergr. 700.

Fig. 9. Ein Haufen von grösseren Protoplasmakörnern. Vergr. 4000.

Fig. 10. Ein Haufen von kleineren Protoplasmakörnern. Vergr. 4000.

Fig. 11. Eine nackte Protoplasmakugel (Plasmosphaera). Vergr. 4000.

Fig. 12. Eine encystirte Protoplasmakugel (Plasmocystis). Vergr. 4000.

Fig. 13—25. Kreisrunde Discolithen auf verschiedenen Entwicklungsstufen, von der Fläche gesehen. Vergr. 4000.

Fig. 26—40. Elliptische Discolithen auf verschiedenen Entwicklungsstufen, von der Fläche gesehen. Vergr. 4000.

Fig. 41—49. Kreisrunde und elliptische Discolithen, von dem schmalen Rande gesehen. Vergr. 4000.

Fig. 50—53. Coccusphaeren. Vergr. 4000.

Fig. 54—60. Cyatholithen, halb von der Fläche (der kleineren Scheibe), halb von dem Rande gesehen, auf der grösseren Scheibe schräg aufliegend. Vergr. 4000.

Fig. 61—69. Cyatholithen, von dem schmalen Rande gesehen. Vergr. 4000.

Fig. 70—74. Cyatholithen, von der Fläche der unteren, kreisrunden, kleineren Scheibe gesehen. Vergr. 4000.

Fig. 72—80. Cyatholithen, von der Fläche der oberen, elliptischen, grösseren Scheibe gesehen. Vergr. 4000.

Die Buchstaben bedeuten von Fig. 43—80 dasselbe, nämlich: a) Centralkorn, b) Markfeld, c) Markring, d) Körnerring, e) Aussenring.

Taf. IV.

Myxobrachia.

Fig. 1, 2. *Myxobrachia rhopalum*.Fig. 3—10. *Myxobrachia pluteus*.

Die Buchstaben bedeuten in allen Figuren dasselbe, nämlich:

- a) Extracapsulare Alveolen.
- b) Binnenblase (Vesicula intima).
- c) Centralkapsel.
- d) Sarcodegallert (extracapsulares Protoplasma).
- e) Pseudopodien an deren Oberfläche.
- f) Extracapsulare farblose Oelkugeln.
- g) Gelbe amyllumhaltige Zellen.
- h) Concretionen (Coccolithen und Coccospaeren?).
- i) Intracapsulare kleine helle Zellen (Sporen?).
- k) Intracapsulare grosse dunkle Zellen.
- l) Intracapsulare rothe Oelkugeln.
- M N Der Wasserspiegel des Meeres.

- Fig. 1. *Myxobrachia rhopalum*, die zusammengezogene, gedrungene Form. Vergr. 40.
- Fig. 2. *Myxobrachia rhopalum*, die langgestreckte schlanke Form. Vergr. 40.
- Fig. 3. *Myxobrachia pluteus*, langgestreckt, mit herabhängenden Armen. Vergr. 40.
- Fig. 4. *Myxobrachia pluteus*, abgeflacht, mit ausgebreiteten Armen. Vergr. 40.
- Fig. 5. Die Binnenblase (Vesicula intima). Vergr. 480.
- Fig. 6. Die Centralkapsel, links geöffnet, so dass man in der Mitte die Binnenblase und nach aussen davon die kleinen Zellen sieht. Rechts sieht man die Oberfläche der Centralkapsel, durch welche die intracapsularen Oelkugeln (l) als rothe Punkte durchschimmern. Oben ist noch ein Theil der extracapsularen Sarcode erhalten, und der Alveolenhülle, zwischen deren Alveolen sie sich ausbreitet. Vergr. 60.
- Fig. 7. Grosse Zellen aus der inneren Zone des Inhaltes der Centralkapsel, welche zunächst die Binnenblase umgeben. A. Eine einzelne Zelle. B. Zwei zusammenhängende Zellen (Theilung?). C. Vier zusammenhängende Zellen (Viertheilung?). Vergr. 400.
- Fig. 8. Das Ende eines armartigen Fortsatzes der Sarcode-Gallert, mit dem terminalen Knopfe, der mit kalkigen Concretionen (Coccolithen und Coccospaeren?) erfüllt ist. Vergr. 400.
- Fig. 9. Scheibenförmige Kalkkörper, welche den Coccolithen sehr ähnlich sind. A. Kreisrunde Scheibe. B. Ovale Scheibe mit einfachem Centralkorn. C. Ovale Scheibe mit doppeltem Centralkorn. Vergr. 500?
- Fig. 10. Kugelige Concretionen, aus scheibenförmigen Kalkkörpern zusammengesetzt, welche den Coccospaeren sehr ähnlich sehen. A. Kleinere, B. mittlere, C. grössere Form der kugeligen, Coccospaeren ähnlichen Kalkkörper. Vergr. 500?
- Fig. 11. Extracapsulare, amyllumhaltige gelbe Zellen. Die Körner rings um den Kern der Zellen sind Stärkemehlkörner. B. Zwei gelbe Tochterzellen in einer Mutterzelle. C. Vier Tochterzellen in einer Mutterzelle. Vergr. 400.
- Fig. 12. Drei kleine helle Zellen (Sporen?) aus dem peripherischen Theile des Inhaltes der Centralkapsel. Vergr. 400.

III.

Die Catallacten, eine neue Protisten-Gruppe.

Hierzu Taf. V.

III.

Die Gattungen

eine neue Pflanzengruppe

Heft VII

1. Entwicklungszustände von *Magosphaera planula*.

Die Entwicklungsgeschichte, der »wahre Lichtträger für alle Untersuchungen über organische Körper«, lässt uns ihren unschätzbaren Werth nirgends lebhafter empfinden, als bei den wenig bekannten niedersten Organisations-Formen, über deren wahre Stellung im System uns die Anatomie allein keinen Aufschluss zu geben vermag. Nirgends so wie hier tritt uns die Wahrheit entgegen, dass alle Systematik ohne die Leuchte der Entwicklungsgeschichte ein unsicheres Tappen im Dunkeln ist. Nur indem wir die ganze Formenreihe überschauen, welche der Organismus während seiner individuellen Existenz durchläuft, vermögen wir über seine Verwandtschafts-Verhältnisse und seine »Stellung in der Natur« Klarheit und Gewissheit zu gewinnen. Einen neuen Beleg für die Richtigkeit dieses Grundsatzes liefert der nachstehend beschriebene Organismus, welcher eine neue selbstständige Gruppe in dem neutralen, zwischen Thier- und Pflanzen-Reich in der Mitte stehenden Protistenreiche zu vertreten scheint. Isolirt für sich betrachtet würde man die verschiedenen Formzustände desselben bald als einzellige Alge, bald als Volvocine, bald als bewimpertes Infusorium, bald als Amoebe angesprochen haben. Im Zusammenhange der Entwicklungsgeschichte dagegen zeigen sich alle diese verschiedenen Formen als Glieder einer Kette, welche aufs Neue den innigen und nahen verwandtschaftlichen Zusammenhang jener niedersten Organismen-Gruppen bestätigt.

Ich beobachtete diese neue Protisten-Form, welche ich *Mago-sphaera planula* nennen will, im September des letzten Jahres auf der norwegischen Insel Gisoë, einige Meilen südwestlich von Bergen gelegen, wo ich mich behufs Untersuchung lebender Kalkschwämme einige Zeit aufhielt. Auf der Ostseite der Insel Gisoë liegt eine kleine Bucht, in welcher eine grosse Menge *Cladophora* wächst (*C. rupestris* oder eine verwandte Art). Die dichten dunkelgrünen Büsche dieser Conferve sind stellenweis dicht mit kleinen Kalkschwämmen bedeckt, welche verschiedenen Gattungsformen angehören (*Olynthus*, *Leucosolenia*, *Sycarium*, *Sycum* etc.). Man findet dieselben in zahlreichen verschiedenen Entwicklungszuständen, von sehr kleinen, mikroskopischen Formen an aufwärts. Als ich nun diese letzteren untersuchte und dabei viele verschiedene *Cladophoren* bei schwacher Vergrösserung durchmusterte, fielen mir an einzelnen Individuen dieser letzteren kleine kugelige Zellen (von 0,07 Mm. Durchmesser) auf, welche hier und da an den Confervenfäden seitlich aufsassen, gewöhnlich einzeln, seltener zwei, drei oder mehrere neben einander, jedoch niemals mit einander verbunden. Die Zellen waren von blass gelblicher Färbung, von einer dicken Hülle umschlossen, zeigten mitten in ihrem durchsichtigen Protoplasma einen grossen kugeligen Kern mit Kernkörperchen, und boten ganz das Aussehen von gewöhnlichen thierischen Eiern dar (Fig. 4). Dass dieselben wirklich Eier seien, schien zunächst durch die weitere Untersuchung bestätigt zu werden. Denn bald fanden sich zwischen den einzelligen Kugeln andere kugelige Kapseln, welche 2, 4, 8 oder zahlreichere, kleine kugelige Zellen enthielten (Fig. 2 — 6). Um die weitere Entwicklung zu studiren, isolirte ich die *Cladophoren* in kleinen Aquarien und hatte auch bald das Vergnügen, aus den gesprengten Eikapseln bewimperte zellige Kugeln ausschlüpfen zu sehen, welche oberflächlich den gewöhnlichen Wimperlarven vieler niederen Thiere (*Planula*) sehr ähnlich sahen (Fig. 7). Doch zeigte sich bei genauerer Untersuchung sogleich, dass dieselben keineswegs solide, aus dicht gedrängten Zellen zusammengesetzte Kugeln seien. Vielmehr bestanden die Kugeln bloss aus einer einzigen Lage von birnförmigen, in der Kugelperipherie gelegenen Wimper-Zellen, die im Centrum der Kugel mit ihren inneren spitzen Enden vereinigt waren (Fig. 8). Dieselben Flimmerkugeln hatte ich auch schon vorher pelagisch mit dem feinen Netze gefischt. Statt dass nun, wie ich erwartete, eine weitere Entwicklung der flimmernden Kugeln zu irgend einer niederen Thier-Larve eintrat, lösten sich dieselben vielmehr alsbald in ihre Bestandtheile auf. Die einzelnen birnförmigen Zellen trennten sich und schwammen mittelst ihres Wimperbesatzes frei und selbstständig umher (Fig. 9—13). Sie

konnten in diesem Zustand leicht mit peritrichen Infusorien verwechselt werden. Nach einigen Stunden sanken dieselben in dem mit Seewasser gefüllten Glasschälchen, in dem ich sie beobachtete, zu Boden, zogen ihre Wimperhaare ein, und begannen nach Art der Amoeben formwechselnde Pseudopodien auszustrecken und wieder einzuziehen (Fig. 14—16).

Soweit konnte ich die Entwicklung dieses sonderbaren kleinen Organismus durch directe Beobachtung verfolgen. Ich zweifle aber nicht, dass damit auch wirklich der ganze Entwicklungs-Cyclus der Species vollendet ist. Die zuletzt erwähnte Amoeboiden-Form wird einfach durch Nahrungsaufnahme nach Art der echten Amoeben so lange wachsen, bis sie eine gewisse Grösse erreicht hat. Dann wird sie sich kugelig zusammenziehen, eine Hülle ausschwitzen, und so durch Encystirung in den Ruhezustand übergehen, der einem gewöhnlichen einfachen Ei gleicht (Fig. 1). Allerdings habe ich diese Rückkehr zur Eiform nicht direct beobachtet. Ich kann aber an der Richtigkeit dieser Annahme um so weniger zweifeln, als ich auf denselben Cladophoren auch vielfach freie Amoeben von verschiedener Grösse beobachtete, welche sich ohne Zwang als weiter entwickelte Zustände der aus den bewimperten Zellen entstandenen kleinen Amoeben auffassen liessen (Fig. 17—20). Durch die nachstehende genauere Beschreibung der *Magosphaera planula* wird sich jene Annahme noch näher begründen lassen. Ich werde bei dieser Beschreibung folgende fünf verschiedene Stadien unterscheiden: 1. das Ei-Stadium (Fig. 1); 2. das Furchungs-Stadium (Fig. 2—6); 3. das Volvocinen-Stadium (Fig. 7, 8); 4. das Peritrichen-Stadium (Fig. 9—13); 5. das Amoeben-Stadium (Fig. 14—20).

2. *Magosphaera* im einzelligen Ruhezustand.

(Ei-Stadium). Fig. 1.

Der einzellige Ruhezustand der *Magosphaera* zeigt, wie schon bemerkt, keinerlei Form-Eigenthümlichkeiten, welche denselben von einem gewöhnlichen Thier-Ei unterscheiden liessen. Die kugelige Zelle misst mit ihrer dicken Hülle 0,06—0,08 Mm. im Durchmesser. Die meisten Kugeln zeigten den mittleren Durchmesser von ungefähr 0,07 Mm. Davon kommen $\frac{4}{5}$ auf den Durchmesser des kugeligen Protoplasma-Körpers (0,05—0,06 Mm.), dagegen $\frac{1}{10}$ auf die Dicke der Zellenmembran oder Ei-Kapsel (0,007 Mm.).

Die Zellenmembran (Fig. 1 m) oder Dotterhaut, die Kapsel der encystirten Zelle, erscheint scharf und breit doppelt contourirt, fast voll-

kommen structurlos. Doch kann man bei sehr starker Vergrößerung (700) sehr zarte concentrische Kreislinien in derselben wahrnehmen, die offenbar dem schichtenweisen Absatze der ausgeschwitzten Cyste entsprechen. Beim Druck auf das Deckglas äussert dieselbe ziemlich starken Widerstand, und berstet bei steigendem Druck an derjenigen Stelle, an welcher die Kapsel der Oberfläche des *Gladophora*-Astes angeheftet ist (Fig. 4 a). Hier ist nämlich die Kapselwand verdünnt, indem ein kleiner kegelförmiger Fortsatz des Protoplasma eine Strecke weit durch sie hindurchgeht. In einzelnen Fällen (aber nicht immer) reicht derselbe bis zur Membran der Confervenzelle, und bezeichnet hier diejenige Stelle, wo sich der Protoplasma-Leib der Amöbe während der Cysten-Secretion angeheftet erhielt. In chemischer Beziehung zeichnet sich die Kapsel, wie andere ähnliche Zellhäute, durch bedeutende Widerstandskraft gegen starke Lösungsmittel (sowohl Säuren als Alkalien) aus. Durch Jod wird sie schwach gelb, durch Carmin nicht gefärbt. Jod und Schwefelsäure bewirkt keine blaue Färbung. Verdünnte Säuren zeigen keine Einwirkung.

Das Protoplasma (Fig. 4 p) der eingekapselten *Magosphaera*-Zelle, oder der Eidotter, wenn man es so nennen will, ist schwach gelblich gefärbt, übrigens ganz klar und durchsichtig, so dass der in seinem Centrum befindliche Zellenkern (n) immer ganz deutlich durchscheint. Nur rings um diesen letzteren sind dunkle stark lichtbrechende Körner in verschiedener Menge und Anordnung angehäuft. In einigen Fällen war ihre Quantität so beträchtlich, dass sie eine dicke dunkle Körnerzone um den Kern bildeten, welche den letzteren fast verhüllte und ungefähr die innere Hälfte der Protoplasmakugel einnahm. In anderen Fällen dagegen bildeten sie nur eine sehr dünne centrale Schicht, welche die Oberfläche des Zellenkerns kaum im Zusammenhang bedeckte. Gewöhnlich, aber nicht immer, strahlten von dieser Körnerschicht eine Anzahl von körnigen Streifen in radialer Richtung durch die Protoplasmakugel hindurch, ohne jedoch deren Oberfläche zu erreichen (g). Die Zahl dieser granulösen Radien betrug vielleicht zwischen 20 und 50. Bewegungen der Körnchen habe ich in denselben nicht wahrnehmen können. Die Granula selbst sind sehr klein, von 0,002 bis weit unter 0,004 Mm. hinab. Ihrer starken Lichtbrechung nach scheinen sie Fettkörnchen zu sein; doch habe ich eine genauere chemische Untersuchung versäumt. Wenn man die Kapseln durch Druck sprengt, quillt das Protoplasma mit lappigen Contouren aus der Rissöffnung der Kapsel hervor und lässt dabei eine ziemlich bedeutende Consistenz gewahren. Verfolgt man dann anhaltend die Form der hervorgequollenen Masse, so gelingt es, in einigen Fällen, langsame Veränderungen der lappigen

Contouren wahrzunehmen, welche wohl auf amoeboide Contractionen des Protoplasma zurückzuführen sind. Wenn man bei sehr starker Vergrößerung (700—1000) das Protoplasma scharf ins Auge fasst, so glaubt man eine fein granulöse Beschaffenheit desselben wahrzunehmen. Es sieht aus, als ob das scheinbar ganz structurlose Protoplasma aus äusserst feinen, blassen kugeligen Körnern von nahezu gleicher Grösse (unter 0,0005 Mm.) zusammengesetzt sei, und als ob diese kleinen Kügelchen durch eine minimale Quantität einer differenten Zwischen-substanz mit einander verklebt seien. Indessen lassen die chemischen Reactionen, welche die gewöhnlichen Eigenschaften des Protoplasma an der ganzen kugeligen Masse offenbaren, jene granulöse Beschaffenheit nicht schärfer hervortreten. Durch Carmin wird die ganze Protoplasma-Kugel gleichmässig roth gefärbt (heller als der Kern); durch Jod wird sie braungelb, durch Salpetersäure gelb. In verdünnter Essigsäure quillt sie stark auf, ohne sich zu lösen. Concentrirte Mineralsäuren bewirken eine starke körnige Trübung. Concentrirte Alkalien lösen sie vollständig auf.

Der Nucleus der encystirten Magosphaera (Fig. 4 n) gleicht ganz dem gewöhnlichen Keimbläschen des Thier-Eies. Er stellt eine klare, structurlose, helle Kugel von 0,02 Mm. Durchmesser dar. Derselbe liegt meistens ganz in der Mitte der kugeligen Zelle, bisweilen jedoch auch excentrisch, und dann gewöhnlich der, der Anheftungsstelle entgegengesetzten Peripherie der Zelle genähert. Gegen Druck zeigt er eine bedeutende Resistenz und lässt die scheinbare Bläschen-Natur nicht überzeugend wahrnehmen. Es gelingt nicht, eine besondere Membran an dem Nucleus zu unterscheiden. Durch verdünnte Essigsäure und ebenso durch verdünnte Mineralsäuren wird ein granulöser Niederschlag in demselben bewirkt und sein Lichtbrechungs-Vermögen verstärkt. In concentrirten Alkalien löst er sich rasch auf. Carmin färbt den Kern dunkelroth, Jod braun, Salpetersäure gelb.

In der Mitte des Nucleus liegt der ebenfalls kugelige Nucleolus (Fig. 4 c) von 0,003 Mm. Durchmesser. Er ist stark lichtbrechend und umschliesst ein noch kleineres, dunkles centrales Kügelchen. Der Durchmesser dieses Nucleolinus oder Kernpunktes beträgt etwa ein Drittel von demjenigen des Nucleolus, also ungefähr 0,001 Mm. In chemischer Beziehung scheinen sich Nucleolus und Nucleolinus wenig verschieden von dem Nucleus zu verhalten.

Indem ich den einzelligen Ruhezustand der Magosphaera als Ei und seine nachfolgende Entwicklung als Furchung bezeichne, will ich damit nur die völlige morphologische Uebereinstimmung bezeichnen, welche zwischen demselben und einem gewöhnlichen, der

»Furchung« unterliegenden thierischen Ei besteht. In der That wird Jedermann beim Anblick der in Fig. 4—6 dargestellten Formen glauben, dass hier eine gewöhnliche Eifurchung vorliege. Es muss aber ausdrücklich hervorgehoben werden, dass diese Aehnlichkeit nur scheinbar ist. Denn es fehlt der encystirten Magosphaera-Zelle der eigentliche Charakter des Eies, welcher in dem physiologischen Kriterium der Befruchtungsbedürftigkeit besteht (Gen. Morphol. Vol. II, p. 36). Richtiger würde daher die encystirte Zelle der Magosphaera als Spore zu bezeichnen sein.

3. Magosphaera in der Fortpflanzung.

(Furchungs-Stadium). Fig. 2—6.

Die Ontogenie der encystirten einzelligen Magosphaera liess sich an den zahlreichen, auf Cladophora aufsitzenden Individuen sehr leicht verfolgen, da dieselben verschiedene Stufen der individuellen Entwicklung neben einander zeigten (Fig. 2—6). Der Entwicklungsgang ist ganz derselbe, wie bei der gewöhnlichen totalen Eifurchung. Zunächst zerfällt der Kern der encystirten Zelle (Fig. 4 n), durch Selbsttheilung in zwei Kerne, wahrscheinlich erst nachdem bereits die Halbirung des Nucleolus und des Nucleolinus vorausgegangen ist. Doch liess sich dies nicht direct beobachten. Eben so wenig liess sich als Vorspiel der beginnenden Entwicklung ein Verschwinden des ursprünglichen Zellkerns und die Neubildung des sich theilenden Kernes wahrnehmen. Ich habe schon bei einer anderen Gelegenheit bemerkt, dass dieses angebliche »Verschwinden des Keimbläschens und sein Ersatz durch einen neugebildeten Eikern«, wie es immer noch von vielen Beobachtern der thierischen Ontogenie angenommen wird, jedenfalls genauerer Bestätigung bedürftig ist. In vielen Fällen findet dasselbe entschieden nicht statt, und die Kerne der »Furchungskugeln« sind directe Abkömmlinge des primitiven Kerns der Eizelle. Wenn jener Vorgang aber wirklich in anderen Fällen stattfinden sollte (wie es in der That wahrscheinlich ist), so würde derselbe von grösster phylogenetischer Bedeutung sein, insofern er als »Rückschlag der kernhaltigen Eizelle in das kernlose Cytoden-Stadium eines einfachen Moneres« zu deuten sein dürfte. Der Beginn der Ontogenie würde dann die primitive Phylogenie genau recapituliren, indem das sich entwickelnde Ei zunächst durch den Verlust seines Kernes auf die Urform des autogenen Moneres, auf den Anfang der organischen »Schöpfung« zurückginge.

Die Dotterhaut oder Zellenmembran, von welcher die encystirte Magosphaera-Zelle umschlossen ist, bleibt sowohl von der ersten Hal-

birung derselben, als von allen folgenden Theilungs-Processen ganz unberührt. Während der beginnenden ersten Theilung der Dotterkugel muss mit der Contraction zugleich eine Verdichtung der Protoplasma-Substanz einhergehen, in Folge deren klare wässrige Flüssigkeit aus ihr ausgepresst wird und sich in demjenigen Theile der Cysten-Höhle ansammelt, welcher nicht von den beiden ersten »Furchungskugeln« eingenommen wird. Diese beiden letzteren (Fig. 2) haben einen Durchmesser von ungefähr 0,04 Mm. Ihr Protoplasma ist eben so klar und durchsichtig, wie das der primitiven Eizelle. Die dunkeln Körnchen, welche den Kern der letzteren in einer Schicht umhüllten, haben sich bei dessen Theilung ebenfalls in zwei Gruppen getrennt, und umschliessen nun wiederum in einer dünnen Schicht die Kerne der beiden ersten Furchungszellen, in radialen Reihen von der Oberfläche der Kerne in das Protoplasma hinein ausstrahlend. Die excentrischen Kerne der beiden Zellen, welche 0,013 Mm. Durchmesser besitzen, entfernen sich nach deren erfolgter Trennung, gleichsam als ob sie sich abstiessen, weit von einander, so dass sie an entgegengesetzte Seiten der Zellen-peripherie zu liegen kommen.

Die eben geschilderten Verhältnisse, welche bei dem Zerfall der primitiven Magosphaera-Zelle in die beiden ersten Tochterzellen oder Furchungskugeln zu beobachten sind, wiederholen sich nun bei jeder folgenden Theilung dieser letzteren. Immer geht, wie gewöhnlich, die Theilung des Kerns der Theilung der Zelle vorher, und ebenso geht wahrscheinlich stets der Halbierung des Nucleus diejenige des Nucleolus, und dieser letzteren wiederum die Theilung des Nucleolus voraus. So zerfällt nun, ganz wie bei der gewöhnlichen regulären und totalen Furchung, jede der beiden ersten Furchungskugeln (Fig. 2) wiederum in zwei Tochterzellen (Fig. 3). Diese vier Kugeln haben einen Durchmesser von ungefähr 0,034 Mm., ihre Kerne von 0,01 Mm. Aus den vier Furchungskugeln werden acht (Fig. 4). In der Lagerung lassen diese letzteren keine bestimmte Regelmässigkeit erkennen. Der Durchmesser jeder der acht Zellen beträgt 0,025 Mm., derjenige ihrer Kerne 0,008 Mm. Aus den acht Zellen werden weiterhin sechzehn (Fig. 5). Jetzt beträgt der Durchmesser jeder Furchungskugel 0,022 Mm., derjenige ihres Kerns 0,007 Mm. Auch diese Zellen haben noch ganz die primitive Kugelform beibehalten und die dunkeln Körnchen strahlen noch von der den Nucleus umgebenden Schicht in das klare Protoplasma hinein. Erst bei der nun folgenden fünften Furchung, durch welche die sechzehn Furchungskugeln in zweiunddreissig zerfallen, geht die bisher erhaltene Kugelform derselben verloren, indem ihr Volum sich nicht in dem bisher eingehaltenen Maasse vermindert. Vielmehr beginnen die kugeligen

Zellen nun, sich durch gegenseitigen Druck polygonal abzuplatten (Fig. 6). Ihr Durchmesser beträgt im Mittel ungefähr 0,02 Mm. und sinkt nicht unter 0,018 Mm. hinab. Der Durchmesser der Kerne verringert sich nur sehr wenig, und geht nicht unter 0,006 Mm. hinunter. Hieraus geht hervor, dass in diesem Stadium die dichter sich zusammendrängenden und verhältnissmässig grösseren Zellen wiederum eine gewisse Quantität von der vorher ausgepressten intercellularen Flüssigkeit in ihren Protoplasma-Leib aufsaugen müssen.

Mit dem fünften Furchungsstadium, durch welches die Magosphaera in 32 Tochterzellen zerfällt, ist der Theilungsprocess derselben vollendet. Bei der grossen Regelmässigkeit, mit welcher derselbe erfolgt und bei der Klarheit, mit welcher er sich übersehen lässt, ist es vielleicht nicht ohne Interesse, die Progression, in welcher mit fortschreitender Theilung die Grösse der Zellen und ihrer Kerne abnimmt, durch die nachstehende Tabelle zu veranschaulichen:

Stadium der Furchung.	Zahl der Furchungszellen.	Durchmesser der Zellen.	Durchmesser der Kerne.
Ungetheilt	Einfache Zelle	0,060	0,020
I. Furchung	Zwei Zellen	0,040	0,013
II. Furchung	Vier Zellen	0,034	0,010
III. Furchung	Acht Zellen	0,025	0,008
IV. Furchung	16 Zellen	0,022	0,007
V. Furchung	32 Zellen	0,020	0,006

Nach vollendeter Furchung verlieren die 32 Zellen, wie schon bemerkt, ihre reguläre Kugelgestalt. Sie quellen etwas auf, platten sich durch gegenseitigen Druck unregelmässig polyedrisch ab, und beginnen zugleich, noch innerhalb der Cystenhülle, amoeboide Bewegungen auszuführen. Die bisher glatte Oberfläche der Furchungskugeln wird uneben und höckerig. An einzelnen Stellen treten Gruppen von kleinen, stumpfen, unregelmässigen Höckern auf, ähnlich den Pseudopodien, welche sich bei Amoeben zu bilden beginnen. (Fig. 6.) Oft entstehen kleine grubenartige Vertiefungen, welche rings von einem Kranze solcher Höckerchen umgeben sind. Langsam verändern dieselben ihre Form und Grösse, werden nach einiger Zeit wieder eingezogen, und in ihrer Nachbarschaft, oder an einer anderen Stelle der Oberfläche treten neue Pseudopodien auf. Der kugelige Haufen von dicht zusammengedrängten amoeboiden Zellen sieht jetzt sehr ähnlich dem gefurchten Ei einer Siphonophore. In der That zeigen die Furchungskugeln dieser Hydro-medusen, wie ich bei Physophora, Crystallodes und Athorybia nachgewiesen habe, amoebenartige Bewegungen und Formveränderun-

gen, welche denen unserer Magosphaera sehr ähnlich sind ¹⁾. Nur sind die wechselnden, fingerförmigen Fortsätze der Zelloberfläche, welche man wie bei den Amöben wirklich als Pseudopodien bezeichnen kann, bei Magosphaera zahlreicher und länger. Auch sind die Bewegungen hier schneller und auffallender, als ich sie — soweit ich mich dessen erinnern kann — bei den Siphonophoren gesehen habe.

Nachdem das wechselnde Spiel der Pseudopodien einige Zeit gedauert hat (womit auch Ortsveränderungen der Zellen innerhalb der Cyste verbunden sind) werden die stumpfen, kurzen und dicken Fortsätze allmählich spitzer, länger und dünner. Ihre Bewegungen werden lebhafter. Einzelne, fast fadenförmig gewordene Pseudopodien beginnen sich schlängelnd zu krümmen und hin und her zu schwingen. Die amöboiden Pseudopodien gehen in flimmernde Cilien über. Aus der amöbenartigen Zelle wird eine echte Wimperzelle. Ich habe schon in den »Beiträgen zur Plastidentheorie« diesen Uebergang von Pseudopodien in Cilien und die daraus sich ergebende Identität der amöboiden Protoplasma-Bewegung und der Flimmerbewegung hinreichend erörtert. Die Cilien der Wimperzellen (das Epithelium ciliatum) und ebenso die einzelnen Geisselfäden der Flagellaten (und des Epithelium flagellatum) sind nichts Anderes, als amöboide Pseudopodien, die sich von der gewöhnlichen Form dieser letzteren durch längere und dünnere Gestalt, sowie durch grössere Schnelligkeit und Regelmässigkeit der Bewegung auszeichnen. Bei den Kalkschwämmen habe ich, wie dort bemerkt (bei *Leucosolenia* und *Olynthus*) sogar an den noch zusammenhängenden Flimmerepithelien die Flimmerbewegung wieder in amöboide Bewegung sich zurück verwandeln gesehen. Der regelmässige und schnelle Rhythmus, den wir an dem Flimmerepithel der Wirbelthiere und überhaupt der höheren Thiere gewohnt sind, verliert sich allmählich bei niederen Organismen, und lässt hier oft alle Uebergänge zu der gewöhnlich viel trägeren und unregelmässigeren Bewegung der Pseudopodien amöboider Zellen wahrnehmen. Die Flimmerbewegung (sowohl die Geisselbewegung der flagellaten Plastiden, als die Wimperbewegung der ciliaten Plastiden) ist demnach nur als eine modificirte und höher differenzirte amöboide Protoplasma-Bewegung anzusehen. Bei den Wimperzellen der Magosphaera lässt sich dies eben so deutlich nachweisen, wie bei den Geisselzellen der Kalkschwämme.

Der kugelige Zellenhaufen der Magosphaera, dessen Oberfläche sich

¹⁾ HAECKEL, Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. Utrecht 1869. Taf. VI, Fig. 36. Taf. XIV, Fig. 93.

auf diese Weise mit Cilien bedeckt hat, beginnt mittelst derselben schon innerhalb seiner Cyste oder Eihülle langsam zu rotiren. Dann wird diese letztere durchbrochen, vielleicht in Folge dieser Bewegung selbst, und die bewimperte Kugel schwimmt nun mittelst ihres Cilien-Kleides langsam im Wasser umher. Der Durchbruch der Cyste wurde nicht direct beobachtet. Vielmehr fand ich einzelne frei umher schwimmende, mit Cilien bedeckte Kugeln nach einigen Stunden in dem Glasschälchen mit Seewasser, in welches ich Cladophora - Aeste mit ansitzenden gefurchten *Magosphaera*-Eiern hinein gelegt hatte. Aber schon vorher hatte ich dieselben bewimperten Zellenkugeln einzeln in dem pelagischen Mulder gefunden, den ich mit dem feinen Netze von der glatten Meeresoberfläche bei Gisoë (in dem Canal zwischen dieser und der östlich gegenüberliegenden Insel) geschöpft hatte. Sie wälzten sich hier langsam zwischen den zahllosen Peridiniën und Diatomeen umher, welche neben vielen Nauplius- und Zoëa-Krebsen die Hauptmasse des pelagischen Mulders bildeten.

4. *Magosphaera* als vielzellige Wimperkugel.

(Volvocinen-Stadium). Fig. 7, 8.

Die bewimperten vielzelligen Kugeln, welche ich zuerst im pelagischen Mulder auffand, ohne von ihrem Zusammenhang mit den eben beschriebenen encystirten Formen zu wissen, hielt ich anfänglich für coloniebildende Flagellaten aus der Volvocinen-Gruppe. In der That steht die von EHRENBURG als *Synura* beschriebene Volvocine der *Magosphaera* in diesem Zustande so nahe, dass man beide Genera ohne Weiteres vereinigen könnte, wenn ihre Entwicklung übereinstimmte. EHRENBURG giebt von *Synura* in dem grossen Infusorien-Werke folgende Charakteristik: »Animal e familia Volvocinorum, ocello destitutum, cauda filiformi, loricae fundo seu in polypariis centro affixum« (l. c. p. 460). Von der einzigen beobachteten Art (*Synura uvella*) giebt er folgende Diagnose: »S. corpusculis oblongis flavicantibus, e lorica exserendis, cauda extensa corpore triplo longiore; polypariis moriformibus« Dann wird noch hinzugefügt: »Der gemeinsame Panzer der Gesellschaftsform bildet eine Gallertkugel, welche so viel offene Zellen hat, als Einzelthiere da sind. Aus diesen Zellen können die Thierchen sich lang hervorstrecken, indem sie mit einem sehr feinen, schwanzartigen, dehnbaren Anhang im Centrum der Kugel, oder dem Grunde ihrer Zelle angeheftet bleiben, geradeso wie *Floscularia* oder *Conochilus* u. s. w. der Räderthiere. Als Bewegungsorgan glaubte ich mehrere Wimpern am Munde der Einzelthierchen

direct zu erkennen; doch vermuthete ich diese Wirkung von einem einfachen Rüssel. Von Ernährungsorganen wurde nichts unterschieden. Die gelbliche Farbe habe ich dem Eierstock (Nucleus?) zugeschrieben, welcher zuweilen, wie bei Syncrypta, zweitheilig erschien. Andere Organe wurden nicht klar, weil die Thierchen sehr durchsichtig waren¹⁾.«

Im Ganzen passt diese Beschreibung (abgesehen von der unrichtigen Deutung der Theile) ganz gut auf unsere Magosphaera. Auch die Grösse der Flimmerkugeln, welche EHRENBURG auf $\frac{1}{24} - \frac{1}{16}$ ''' Durchmesser angiebt, stimmt ziemlich. Der Durchmesser der freischwimmenden Magosphärakugeln beträgt im Mittel 0,07 Mm. (ungefähr $= \frac{1}{30}$ '''). Dagegen sind die einzelnen Zellen der letzteren beinahe doppelt so gross. Die ganze Länge der Zellen von Magosphaera, wie sie in der Kugel vereinigt sind, beträgt 0,035 Mm., wovon nur 0,005 Mm. auf den »Schwanz«, 0,03 Mm. auf den eigentlichen »Leib« kommen. Bei EHRENBURG's Synura uvella dagegen ist der Leib nur halb so lang ($\frac{1}{144}$ ''' ungefähr $= 0,015$ Mm.); der Schwanz aber ist drei Mal so lang als der Leib. Auch ist die Zahl der zu einer Kugel vereinigten Zellen viel grösser, und EHRENBURG sagt ausdrücklich: »Es gab kleinere und grössere, aus vielen Individuen bestehende Kugeln, und letztere waren offenbar aus ersteren so entstanden, dass die kleinen Einzelthiere sich durch Längstheilung vermehrt hatten, ohne den äusseren Mantel mitzutheilen, was dem Charakter der Volvocinen gemäss ist.« Von einer solchen Theilung konnte ich bei Magosphaera Nichts wahrnehmen. Indessen mag es wohl sein, dass sie auch bei dieser letzteren vorkommt. Uebrigens wird man über die generische Identität von Synura und Magosphaera so lange nichts Sicheres aussagen können, als nicht die erstere genauer untersucht und namentlich ihre Ontogenie bekannt ist. Uebrigens scheint die im Süsswasser lebende Synura uvella (bisher der einzige Repräsentant der Gattung) selten zu sein. EHRENBURG hat sie nur zweimal (im October 1831 und im Mai 1832) beobachtet »in vielen Exemplaren in einem Graben des Thiergartens bei Berlin«. Ich habe selbst ein einziges Mal früher (1858) dieselbe oder eine ähnliche Volvocine bei Berlin gefunden, ohne sie jedoch genauer zu untersuchen.

Die wenigen Exemplare von frei schwimmenden Wimperkugeln, welche ich bei Bergen pelagisch fischte, schienen alle aus 32 Zellen zusammengesetzt zu sein, ebenso die später beobachteten, welche sich aus der encystirten Form entwickelt hatten. Jedoch will ich nicht bestimmt behaupten, dass diese Zahl ganz constant ist. Einige kleinere

1) EHRENBURG, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. 1838. p. 60. Taf. III, Fig. IX.

Kugeln schienen kaum 30, einige grössere vielleicht gegen 40 oder noch mehr Zellen zu enthalten. Man würde dann, um diese Anomalie zu erklären, Unregelmässigkeiten im Furchungsprocess annehmen müssen, wie sie allerdings auch sonst vorkommen. Indessen ist es auch möglich, dass die individuellen Grössen-Differenzen der Flimmerkugeln durch Verschiedenheiten nicht in der Zahl, sondern in der Grösse der sie zusammensetzenden Zellen bedingt sind. Der Durchmesser der Flimmerkugeln wechselte zwischen 0,06 und 0,09 Mm. Die meisten halten 0,07 Mm. Durchmesser, eben so viel, wie das ungefurchte Ei sammt Hülle, oder etwas mehr. Dies erklärt sich daraus, dass die Zellen, unmittelbar nachdem sie die Cystenhülle gesprengt hatten, sich in der Weise dehnten und radial gegen das gemeinsame Centrum stellten, dass die in Fig. 7 und 8 dargestellte bleibende Anordnung derselben die Folge war.

Wenn man den Focus des Mikroskops auf das Centrum der freien Wimperkugeln einstellt, so gewinnt man bei starker Vergrösserung (700) das in Fig. 8 dargestellte Bild des scheinbaren Querschnitts durch eine Meridian-Ebene der Kugel. Die Einstellung des Focus auf die Oberfläche der Kugel dagegen liefert das in Fig. 7 wiedergegebene Bild. Hieraus ergibt sich, dass sich die 32 Zellen nach vollendeter Furchung in der Weise verändert und radial angeordnet haben, dass sie alle im Centrum der Kugel mit einer verlängerten Spitze zusammenstossen. Die rundlich polyedrische Gestalt der Zellen hat sich in eine regelmässige Birnform umgewandelt. Gegen das Centrum verdünnt sich jede Zelle in einen sehr feinen Stiel (»Schwanz« von EHRENBURG), durch welchen sie mit den übrigen Zellen im Mittelpunkt der Kugel zusammenstösst. Das entgegengesetzte peripherische Ende der Birne ist abgerundet, und auf der abgestutzten Endfläche, welche der Peripherie der Kugel entspricht, mit Cilien besetzt (*d*). Die Zahl dieser Wimpern (*w*) scheint an jeder Zelle durchschnittlich zwischen zehn und zwanzig zu betragen. Doch ist es schwer ihre Anzahl genau zu bestimmen, ebenso wie ihre Anordnung. Sie scheinen auf dem Rande der abgestutzten Zellenfläche, welche wir als Wimperscheibe (*d*) bezeichnen wollen, im Kreise zu sitzen; doch schien es bisweilen, als ob der Kreis nicht geschlossen sei, sondern an einer Stelle in der Weise unterbrochen, dass das eine Ende des Wimperkreises spiralig über das andere übergreift (ähnlich wie an dem Peristom der Vorticellinen und Stentorinen). Die Cilien (*w*) sind ungefähr 0,01—0,02 Mm. im Mittel lang, an der Basis merklich dicker, als an der sehr feinen Spitze, und schwingen in der Weise, dass die schwimmende Wimperkugel sich im Wasser rotirend ohne bestimmte Richtung fortwälzt. Die Wimpern scheinen nicht unmittelbare Fort-

sätze der hyalinen Wimper-Scheibe zu sein, sondern diese durchbohrend sich in das innere Protoplasma der Zelle fortzusetzen. Wenigstens ist, wenn man bei sehr starker Vergrößerung eine Zelle im Profil betrachtet, unterhalb jeder Cilie in dem hyalinen Endsaum (im Profil der Wimperscheibe) ein feiner Strich sichtbar, welcher die unmittelbare Fortsetzung der Wimperbasis nach innen zu sein scheint (Fig. 8 — 10).

Die Zellen der Wimperkugeln hängen übrigens nicht bloss in dem Centrum durch ihren Stiel oder »Schwanz« (s) zusammen, sondern berühren sich auch ausserdem mit dem dicksten Theile ihres Leibes und platten sich daselbst durch gegenseitigen Druck etwas polyedrisch ab (Fig. 8). Die übrigen Zwischenräume zwischen den Zellen, und zwar sowohl zwischen den inneren zugespitzten Enden, als auch zwischen ihren divergirenden peripherischen Endstücken sind mit sehr wasserreicher structurloser Gallertmasse (einem Secret der Zellen) ausgefüllt, ähnlich wie bei den Volvocinen. Die Zellen sind also eigentlich in diese Gallerte (den »Panzer« von EHRENBURG) ganz eingebettet, mit Ausnahme der wimpernden Scheibenfläche. Eine Membran besitzen die Zellen dagegen nicht.

Der nackte, structurlose Protoplasmaleib der Zellen, welcher so in der Gallerthülle verborgen ist, zeigt constant drei verschiedene Inhaltstheile, nämlich einen Zellkern, eine Vacuole und eine Anzahl von Körnchen, welche den Kern umgeben. Der Kern der Zelle (Fig. 8n) verhält sich noch ganz ebenso, wie bei den jüngsten Furchungskugeln. Er erscheint als eine helle structurlose Kugel von 0,006 — 0,007 Mm. Durchmesser. Central oder excentrisch ist darin ein stark lichtbrechender Nucleolus von ungefähr 0,0015 Mm. sichtbar. Der Kern liegt immer entweder in der Mitte der birnförmigen Zelle, oder mehr der Wimperscheibe genähert. Er ist umgeben von einem Haufen dunkler Körnchen (g), welche sich nach der hyalinen Peripherie des Protoplasma hin verlieren. Diese Granula, welche zum Theil wenigstens Fett zu sein scheinen, sind Theile der Körnerstrahlen, welche wir anfänglich an der encystirten Zelle beschrieben haben (Fig. 4 g). Eine radiale Anordnung ist aber jetzt an den birnförmigen Zellen nicht mehr sichtbar. Eingedrungene fremde Körperchen habe ich an den Zellen der Wimperkugeln nicht wahrnehmen können, und ebenso wurden von denselben auch bei Versuchen mit Carmin- oder Indigo-Fütterung keine Farbstoffkörnchen aufgenommen.

Unterhalb des Zellkerns, gegen den zugespitzten Stiel der Zelle hin, liegt die Vacuole (v). Wir könnten sie eben so gut als contractile Blase bezeichnen. Denn man vermag, wenn man alle verschiedenen Verhältnisse dieser Organe bei den verschiedenen Protisten

überblickt, zwischen beiden keine scharfe Grenze zu ziehen. Nach meiner Ansicht sind die contractilen Blasen der Infusorien, Amöben und anderer Protisten weiter Nichts als differenzierte oder constant gewordene Vacuolen. Denn eine selbstständige contractile Wand, eine eigentliche Membran der Blase, fehlt den ersteren ebensowohl wie den letzteren. Die Contractionen erfolgen einfach durch Zusammenziehung des contractilen Protoplasma, in dessen Hohlräumen sich Flüssigkeit angesammelt hat und von Zeit zu Zeit wieder ausgepresst wird. Der Unterschied zwischen den »wandungslosen Vacuolen« und den »contractilen Blasen« liegt also eigentlich nur darin, dass die letzteren constanter sind und sich regelmässiger zusammenziehen, als die ersteren. Demnach wäre die Vacuole, welche man in jeder Zelle unserer Wimperkugel wahrnimmt, eigentlich als contractile Blase aufzufassen. Denn sie ist ganz constant und pulsirt ziemlich regelmässig, wenn auch nur sehr langsam. Im Zustande der Systole erscheint sie verschwunden, in der höchsten Diastole dagegen bildet sie eine helle, blasse Kugel mit scharfem Contour, welche um $\frac{1}{3}$ grösser als der Kern werden kann. Niemals sah ich in jeder Zelle mehr als eine contractile Blase. Dieselbe bildet sich erst, nachdem die Flimmerkugel die Cyste gesprengt und verlassen hat.

5. *Magosphaera* als einfache Wimperzelle.

(Peritrichen-Stadium). Fig. 9 — 13.

Nachdem die *Magosphaera* einige Zeit als einzellige Flimmerkugel frei im Meere umhergeschwärmt ist, beginnt sie sich in ihre constituierenden Elemente aufzulösen. Die einzelnen Wimperzellen trennen sich aus ihrem centralen Zusammenhang und verlassen die Gallertmasse, durch welche sie zusammengehalten wurden. Sie schwimmen jetzt selbstständig in Form isolirter Wimperzellen umher, welche man ohne Weiteres sowohl mit gewissen Formen von peritrichen ciliaten Infusorien, als mit isolirten Wimper-Epithelialzellen höherer Thiere verwechseln könnte (Fig. 9 — 13).

Wie lange Zeit die aus der Cyste geschlüpfte Wimperkugel umher schwimmt, ehe sich ihre Zellen trennen, habe ich nicht ermitteln können. Denn alle Wimperkugeln, welche aus den Cysten selbst innerhalb der kleinen Aquarien ausgetreten waren, starben entweder schon nach einigen Stunden ab, oder sie verloren sich, ohne dass ich sie wiederfinden konnte. Nur an zwei Flimmerkugeln habe ich die Auflösung in die einzelnen Zellen wahrgenommen. Diese beiden Exemplare gehörten zu denjenigen, welche ich mit dem feinen Netze pelagisch

gefischt, alsbald nach dem Fang aus dem pelagischen Mulder isolirt und in ein Glasschälchen mit Seewasser gebracht hatte. Dies geschah um 8 Uhr Morgens. Schon innerhalb einer halben Stunde nach geschehener Isolation hatten sich beide Kugeln in die einzelnen Zellen aufgelöst. Als ich die feuchte Kammer um 8 $\frac{1}{2}$ Uhr wieder unter das Mikroskop brachte, fand ich statt der Flimmerkugeln ihre einzelnen getrennten Zellen vor. Dieselben schwammen mittelst ihrer Wimpern mehrere Stunden lebhaft im Wasser umher. Um 11 Uhr beobachtete ich sie zum letzten Mal. Als ich Nachmittags um 3 Uhr wieder nachsah, waren die Wimperzellen verschwunden und an ihrer Stelle krochen auf dem Boden der feuchten Kammer amoeboide Zellen umher (Fig. 14—16).

So lange die Wimperzellen noch mit einander zu der Flimmerkugel vereinigt waren, konnte ich keine Formveränderungen an denselben wahrnehmen. Diese traten aber sehr deutlich an den isolirten Zellen auf (Fig. 9—13). Es zeigte sich, dass die Zellen in hohem Maasse contractil waren, und ihre Gesamtform durch Dehnung und Krümmung, Streckung und Zusammenziehung vielfach verändern konnten, gleich einem »metabolischen« Infusorium. Am wenigsten veränderlich zeigte sich die Wimperscheibe (*d*), am meisten das entgegengesetzte zugespitzte Ende oder der »Schwanz« (*s*). Dieser wurde bald mehrmals langsam gekrümmt oder geschlängelt (Fig. 9—11), und verlängerte sich dabei so, dass er den übrigen Körper an Länge übertraf; bald verkürzte er sich wieder stark (Fig. 12) oder wurde ganz eingezogen (Fig. 13). Im letzteren Falle rundete sich die Zelle fast kugelig ab. Anderemale dagegen wurde sie sehr schlank, fast spindelförmig (Fig. 10). Dabei veränderte sich auch die Dicke der Wimperscheibe sehr auffallend. Die Schwimmbewegung der Zelle schien ohne Mitwirkung des geisselartigen Schwanzes bloss durch die Cilien (*w*) vermittelt zu werden. Die Wimperscheibe ging dabei voran und der Schwanz wurde nachgeschleppt.

Im Uebrigen zeigten sich die isolirten Wimperzellen nicht wesentlich verändert. Wie bei den noch in Zusammenhang stehenden Zellen der Kugel, lag der Kern (*n*) näher der Wimperscheibe, die contractile Blase dagegen (*v*) näher dem Schwanz. Die Pulsationen der letzteren schienen an den isolirten Zellen schneller und regelmässiger zu erfolgen, als an den noch zusammenhängenden Zellen. Der einzige wesentliche Unterschied, den ich auffinden konnte, bestand darin, dass die isolirten Zellen Carmin-Körnchen aufnahmen, was die zusammenhängenden nicht gethan hatten. Die Aufnahme der Farbestoffkörner erfolgte mittelst der Wimperscheibe. Einzelne kleine Körnchen, welche in den Strudel

des Wimperkranzes hinein gezogen wurden, glitten an den Wimpern hinab bis zu deren Basis und drangen hier durch die hyaline Scheibe hindurch in das Protoplasma hinein, ohne dass die Art und Weise der Aufnahme klar ersichtlich wurde. Im Innern der Zelle sammelten sich die Farbstoffkörnchen rings um den Nucleus an. Eine constante, einem Munde vergleichbare Oeffnung war an der Wimperscheibe nicht wahrzunehmen. Durch andere Stellen der Körperoberfläche schienen keine festen Körperchen aufgenommen zu werden.

6. *Magosphaera* als amoeboide Zelle.

(Amoeben-Stadium.) Fig. 14—20.

Wie schon vorher bemerkt wurde, gingen die isolirten Wimperzellen bereits nach kurzer Zeit (nach höchstens vier Stunden) in die Form von amoeboiden Zellen über, die an sich von echten Amoeben nicht zu unterscheiden waren (Fig. 14 — 16). Den Uebergang selbst konnte ich aber nicht unmittelbar beobachten. In der kleinen feuchten Kammer, in welcher erst bloss die isolirten Wimperzellen sich umhertummelten, fand ich nachher nur die kriechenden Amoeben.

Diese Amoeben erschienen, gleich allen anderen echten Amoeben, als einfache, nackte, kernhaltige Zellen. Ihr Durchmesser betrug 0,03 — 0,05 Mm. Unter den bekannten Amoebenformen zeigten sie die meiste Aehnlichkeit mit AUERBACH'S *A. actinophora* und *A. bilimbosa*¹⁾. Insbesondere glichen sie diesen durch die auffallend spitzen und dünnen, konischen Pseudopodien, welche bald einzeln, bald büschelweise vereinigt aus dem nackten Zellenkörper hervorquollen. Dabei zeigten sie aber die Eigenthümlichkeit, dass sich einzelne Pseudopodien bisweilen in einen langen, sehr dünnen fadenförmigen Fortsatz auszogen, der sich nach Art einer Flagellaten-Geissel, jedoch nur sehr langsam, schlängelte, oder schwingend hin und her bewegte. Dieser geisselartige Faden glich sehr dem »Schwanz« der freien Wimperzellen, war aber offenbar nicht dessen Rest, da er an verschiedenen Stellen der Oberfläche hervortrat und wieder verschwand. Aehnliche geisselartige Pseudopodien haben CLAPARÈDE und LACHMANN an der, von ihnen *Podostoma filigerum* genannten Amoebenform beschrieben²⁾.

Der kugelige helle Kern (*n*) und die contractile Blase (*v*) zeigen bei

1) L. AUERBACH, Ueber die Einzelligkeit der Amoeben. Zeitschr. für wiss. Zool. 1856. VII. Vol. *A. actinophora*, p. 392, Taf. XX. *A. bilimbosa*, p. 374, Taf. XIX.

2) CLAPARÈDE et LACHMANN, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève 1858. p. 441; Pl. XXI, Fig. 4—6.

unserer Amoebe noch ganz dieselbe Beschaffenheit, wie bei der isolirten Wimperzelle. Nur sind die Pulsationen der Vacuole wieder unregelmässiger und langsamer. Auch wechselt sowohl der Kern als die contractile Blase jetzt öfter ihre Lage, indem sie bei den wechselnden Formen des Sarcod-Körpers und der aus seiner Oberfläche austretenden Pseudopodien vielfach hin und her geschoben werden. Wie bei den isolirten Wimperzellen (und wie auch bei den meisten der gewöhnlichen Amoeben) kann man an dem Protoplasma unserer Amoeben deutlich die innere weichere Körpermasse unterscheiden, welche allein Körnchen enthält, und die hyaline äussere Schicht, in welche gewöhnlich keine Körner eintreten. Doch sind, wie bei jenen, so auch hier beide Schichten keineswegs scharf getrennt. Vielmehr geht die innere, weichere, granulöse Markmasse ohne scharfe Grenze und ganz allmählich in die äussere, festere, hyaline Rindenschicht über. Auch wechselt die Grenzlinie beider Schichten vielfach.

Die Fütterung der Amoeben mit Farbstoffkörnern gelang ebenso wie bei den isolirten Wimperzellen. Die Aufnahme erfolgte aber an den verschiedensten Stellen der Körperoberfläche, ohne Unterschied. Wo ein Carmin-Korn an der klebrigen Oberfläche des Körpers haften blieb, verdünnte sich alsbald die hyaline Rindenschicht oder das Ectosark. Die körnige Marksicht oder das Endosark trat an die Oberfläche heran, und mit einem Ruck wurde das Körnchen in diese hineingezogen. Dabei wurde die Rindenschicht, scheinbar, für einen Moment durchbrochen. Es geht aber auch hieraus wieder hervor, dass diese letztere eben nicht als eine distincte Membran aufzufassen ist, sondern continuirlich in die Marksicht übergeht.

Die weitere Entwicklung der Magosphaera-Amoeben zu verfolgen, gelang mir nicht. Nach einigen Tagen starben dieselben in der feuchten Kammer ab, trotzdem ich ihnen als Nahrung einen Wassertropfen mit kleinen Diatomeen hinein gethan und sie auch einzelne von den letzteren gefressen hatten. Ich kann aber, wie ich schon anfänglich bemerkte, nicht daran zweifeln, dass mit dem Amoeben-Stadium der Entwicklungscyclus unserer Magosphaera abgeschlossen ist. Die Amoeben werden durch Nahrungsaufnahme wachsen, sich nach einiger Zeit inkapseln, und so wieder in das Ei-Stadium zurückkehren, von welchem wir vorher ausgegangen waren (Fig. 4).

Grössere Amoeben, welche den aus den Wimperzellen entstandenen ganz ähnlich waren, und namentlich auch die gleiche charakteristische Form der Pseudopodien-Bildung zeigten, fand ich frei umherkriechend zwischen denselben Cladophora-Büschen, auf deren Aesten die inkapselten Zellen (Eier) und deren Entwicklungsstadien (Furchungs-

zellen) zu finden waren. Vier von diesen auf Cladophora gefundenen Amöben in verschiedenen Contractions-Zuständen sind in Fig. 17—20 abgebildet. Die Formen der dünnen und spitzen, konischen Pseudopodien, welche in Büscheln vereinigt aus der Oberfläche des Amöben-Körpers austreten, sind ganz dieselben, wie bei den aus den Wimperzellen entstandenen Amöben (Fig. 14 — 16). Doch scheint mit dem Wachsthum der Amöben eine Vergrösserung des Kerns und eine Vermehrung der Vacuolen einzutreten. Während in Fig. 17 nur eine Vacuole sichtbar ist, zeigt Fig. 18 deren zwei, Fig. 19 dagegen drei, und Fig. 20, die grösste unter allen auf Cladophora beobachteten Amöben, sogar fünf Vacuolen (*v*). Der Kern dieser letzteren ist sehr gross, und beinahe schon eben so umfangreich, als derjenige der encystirten Zelle (Vergl. Fig. 1 und Fig. 20). Ob solche grosse Amöben auch durch Zusammenfliessen mehrerer kleinerer entstehen können (wie es nach Analogie ähnlicher Fälle leicht denkbar wäre), habe ich nicht ermitteln können. Da der Kern stets einfach ist, müssten die Kerne der verschmolzenen Zellen dann theilweise sich auflösen (oder selbst mit einander verschmelzen?). Die Bewegungen der grossen Amöben waren übrigens träger als die der kleineren, woran vielleicht auch die reichlichere Nahrungs-Aufnahme Schuld sein mag. In den grösseren Amöben fanden sich kleine Diatomeen, Chlorophyll-Körner und andere, von aussen aufgenommene Körperchen vor. Einige von den grössten Amöben, die auf den Cladophoren umherkrochen, waren ganz grün gefärbt in Folge der grossen Mengen von Chlorophyll-Körnern, welche sie aufgenommen hatten. Wahrscheinlich bohren diese Amöben mit ihren spitzen Pseudopodien die Algen-Zellen der Cladophora an, auf welcher sie leben, und ziehen dann einen Theil von deren Protoplasma und Chlorophyll in sich hinein, ähnlich, wie nach CIENKOWSKI's schöner Entdeckung die Vampyrellen die Algenzellen plündern. Doch habe ich diesen merkwürdigen Vorgang bei der Magosphaera-Amöbe nicht direct beobachtet, sondern erschliesse ihn nur aus dem Umstande, dass die Chlorophyll-Körner der Cladophora an Grösse und Beschaffenheit ganz gleich denjenigen waren, welche den Leib der auf ihr umherkriechenden grossen Amöben erfüllten ¹⁾.

7. Die systematische Stellung der Magosphaera.

Die systematische Stellung der Magosphaera, deren Entwicklungskreis somit geschlossen vorliegt, giebt Viel zu denken. Die unläugbaren

¹⁾ Vergl. CIENKOWSKI, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Arch. für mikr. Anat. 1865. Vol. I. p. 244. Taf. XII, Fig. 44.

und sehr nahen Verwandtschafts-Beziehungen zu sehr verschiedenen Protisten-Gruppen machen die Frage nach ihrer Einreihung in eine der bekannten Gruppen sehr schwierig, und vorläufig unlösbar. Als fünf wesentlich verschiedene Formzustände können die eben beschriebenen Entwicklungs-Stadien ohne Zweifel ganz natürlich getrennt werden. In physiologischer Beziehung liessen sich dieselben in folgende zwei Gruppen bringen:

I. Ruhezustand (Vegetative Periode).

1. Einzelliger Ruhezustand (Ei-Stadium).
2. Vielzelliger Ruhezustand (Furchungs-Stadium).

II. Schwärmzustand (Animale Periode).

3. Vielzelliger Schwärmzustand (Volvocinen-Stadium).
4. Einzelliger bewimperter Zustand (Peritrichen-Stadium).
5. Einzelliger amoeboider Zustand (Amoeben-Stadium).

In morphologischer Beziehung dagegen würde man richtiger das Hauptgewicht auf den histologischen Formwerth des Körpers legen, und demnach die fünf Entwicklungsstadien in folgende beide Gruppen vertheilen:

I. Einzelliger Zustand (Individuum I. Ordnung).

1. Einzelliger bewimperter Zustand (Peritrichen-Stadium).
2. Einzelliger amoeboider Zustand (Amoeben-Stadium).
3. Einzelliger Ruhe-Zustand (Ei-Stadium).

II. Vielzelliger Zustand (Individuum II. Ordnung).

4. Vielzelliger Ruhezustand (Furchungs-Stadium).
5. Vielzelliger Schwärmzustand (Volvocinen-Stadium).

Nach den Principien, welche gewöhnlich in der Systematik befolgt werden, würde man den »vollkommensten« Zustand, in welchem der Organismus am meisten differenzirt ist, als denjenigen ansehen, welcher für seine systematische Stellung den Ausschlag giebt. In unserem Falle ist ohne Zweifel, und zwar sowohl in physiologischer als in morphologischer Beziehung, der vielzellige Schwärmzustand oder das Volvocinen-Stadium als der vollkommenste anzusehen, und man würde dem entsprechend unsere Magosphaera in die Classe der Flagellaten, und zwar zu der Gruppe der Volvocinen, zu stellen haben. Andererseits aber ist nicht zu vergessen, dass der Entwicklungsgang unserer Magosphaera von demjenigen der anderen Flagellaten sehr abweicht. Allerdings ist auch bei einzelnen Flagellaten ein Uebergang in ein amoeboides

Stadium beobachtet worden (so z. B. von CLARK). Allein in anderen Fällen fehlt dieses ganz sicher.

Das Amöben – Stadium der Magosphaera beweist wiederum aufs Neue, welche Vorsicht bei der Beurtheilung jeder »Amöbe« anzuwenden ist. Die Beschreibungen zahlreicher verschiedener Amöben-Formen, mit denen neuere Mikroskopiker den Ballast der Wissenschaft vermehrt haben, nützen gar Nichts, wenn keine Entwicklungsgeschichte dabei ist. Amöben, oder amöboide Zellen, giebt es überall: im Entwicklungskreise von Thieren, von Protisten und von Pflanzen. Die Furchungskugeln, die Embryonal – Zellen, die Blutzellen vieler Thiere sind von selbstständigen Amöben oft gar nicht zu unterscheiden. Dennoch giebt es selbstständige Amöben, die sich als solche viele Generationen hindurch unverändert fortpflanzen und ihre »gute Species« rein erhalten. Wenn man die eigenthümliche grosse Amöben – Form der Magosphaera mit ihren büschelweis vereinigten spitzen Fortsätzen für sich allein gefunden und untersucht hätte, ohne Kenntniss ihrer Herkunft und ihrer Schicksale, würde man sie als eine gute »nova species« von Amöba beschrieben haben. Aber selbst nachdem wir die ganze Entwicklungsgeschichte der Magosphaera kennen, würde man dieselbe doch als eine »eigentliche Amöbe« auffassen und zu der Gruppe der Protoplasten (Amöboiden oder Lobosen) stellen können. Denn die grossen Amöben (Fig. 19) sind das letzte frei bewegliche Entwicklungsstadium der Magosphaera, welches dem Ruhezustande, dem Ei-Stadium vorher geht, und mit welchem also gewissermaassen der individuelle Entwicklungs – Cyclus abschliesst. Es liesse sich daher wohl der Satz vertheidigen, dass die Amöbe das eigentliche »Ziel« der Magosphaera – Entwicklung sei, zumal sie als Zelle (an und für sich betrachtet) durch ihre Grösse, vielfache Beweglichkeit und reiche Entwicklung von Fortsätzen, sowie durch die Mehrzahl der Vacuolen, die übrigen Zellen des Entwicklungskreises an »Vollkommenheit« übertrifft.

Wenn man den einzelligen bewimperten Zustand der Magosphaera, oder das Peritrichen – Stadium, für sich allein, ohne Kenntniss seiner Herkunft, im Wasser frei schwimmend finden und untersuchen würde, so würde man mit einem gewissen Rechte dasselbe als ein echtes bewimpertes Infusorium, und zwar als ein Ciliat aus der Ordnung der Peritrichen, ansprechen dürfen. Allerdings fehlt unseren Wimperzellen, wie es scheint, eine distincte bleibende Mundöffnung; es fehlt eine differenzirte Hautschicht; auch ist der »Nucleus« nicht zu einer »Zwitterdrüse« differenzirt. Allein man darf nicht vergessen, dass alle diese differenzirten Theile nur bei höheren Ciliaten deutlich entwickelt sind, und dass sie vielen niederen Infusorien fehlen, die man trotzdem

als echte »Ciliaten« ansieht. Auch darf man nicht entgegnen, dass diese letzteren nicht einfache Zellen seien. Denn die Frage von der »Einzelligkeit der Infusorien« ist noch keineswegs negativ entschieden. Vielmehr neigt sich jetzt wieder einmal das Zünglein der Wage zu Gunsten derselben, und namentlich viele von den neuesten Beobachtungen über die Fortpflanzung und Entwicklung der Ciliaten lassen sich kaum anders deuten, als dass viele echte Infusorien wirklich einfache Zellen sind. Die Complication ihrer Organisation steht damit nicht in Widerspruch; denn es giebt einfache Pflanzenzellen, welche in dieser Beziehung, hinsichtlich der Differenzirung der Organe, die Ciliaten noch übertreffen.

Wenn man also aus triftigen Gründen das einzellige amoeboide Stadium der *Magosphaera* als eine Amoebe, das einzellige bewimperte Stadium als ein peritriches Ciliat, das vielzellige bewimperte Stadium als ein volvocines Flagellat ansehen kann, und wenn anderseits keines dieser drei Stadien mit Sicherheit als die »vollkommenste Form«, als das eigentliche »Ziel des Entwicklungskreises« gelten kann, so wird die Frage von der systematischen Stellung der *Magosphaera* in der vorsichtigsten und am meisten kritischen Weise dadurch geschlichtet, dass man sie — wenigstens vorläufig — als Repräsentanten einer selbstständigen Protisten-Gruppe ansieht. Da diese indifferente Gruppe zwischen verschiedenen anderen Gruppen des Protistenreiches in der angegebenen Weise zu vermitteln scheint, so dürfte sie vielleicht passend den Namen der »Vermittler«, *Catallacta* führen¹⁾.

Erklärung der Tafel V.

Magosphaera planula.

Alle Figuren sind bei einer Vergrößerung von 700 gezeichnet. Die Buchstaben haben in allen Figuren dieselbe Bedeutung: *p* Protoplasma der Zelle. *g* Körnchen im Protoplasma. *n* Zellkern oder Nucleus. *c* Kernkörperchen oder Nucleolus. *m* Zellenmembran oder Cystenhülle. *a* Fortsatz des Protoplasma, welcher die Cystenwand an deren Anheftungsstelle (an der Algenzelle) durchsetzt. *n* Gallertmasse zwischen den Zellen der Flimmerkugel. *v* Vacuole oder contractile Blase. *d* Wimperzscheibe (Verdickte hyaline Endfläche der Wimperzellen, auf welcher die Wimpern aufsitzen). *w* Wimpern. *s* Schwanz oder verdünnter Stiel am entgegengesetzten Ende der Wimperzellen.

¹⁾ καταλλάκτης der Vermittler; μάγος Zauberer; σφαῖρα Kugel.

- Fig. 1. Einzelliger encystirter Ruhezustand (Ei - Stadium).
- Fig. 2. Cyste mit zwei Zellen (Erstes Furchungs-Stadium). Die Eizelle ist durch beginnende Furchung in zwei Zellen zerfallen.
- Fig. 3. Cyste mit vier Zellen.
- Fig. 4. Cyste mit acht Zellen.
- Fig. 5. Cyste mit sechzehn Zellen.
- Fig. 6. Cyste mit zwei und dreissig Zellen. Dieselben führen innerhalb der Cyste amoeboide Bewegungen aus.
- Fig. 7. Vielzelliger Schwärmzustand (Volvocinen-Stadium). Die aus der Furchung entstandene vielzellige Kugel hat die Cystenhülle gesprengt und verlassen. Die Pseudopodien der 32 amoeboiden Zellen haben sich in schwingende Cilien verwandelt, mittelst deren die Flimmerkugel umherschwärmt. Die Flimmerkugel ist von der Oberfläche gesehen.
- Fig. 8. Dieselbe Flimmerkugel, wie Fig. 7. Der Focus ist auf das Centrum der Kugel eingestellt, so dass man zehn von den 32 Zellen in einer meridianen Durchschnittsebene sieht. Die birnförmigen Zellen berühren sich im Centrum der Kugel mit ihren schwanzähnlichen Spitzen. Die Zwischenräume zwischen den Zellen sind durch Gallertmasse ausgefüllt.
- Fig. 9. Eine isolirte Wimperzelle (Peritrichen-Stadium) mit langem Schwanz.
- Fig. 10. Eine isolirte Wimperzelle mit verdickter Wimperscheibe.
- Fig. 11. Eine isolirte Wimperzelle mit verdünnter Wimperscheibe.
- Fig. 12. Eine isolirte Wimperzelle mit sehr verkürztem Schwanz und ganz contrahirter Vacuole.
- Fig. 13. Eine isolirte Wimperzelle mit ganz eingezogenem Schwanz und sehr ausgedehnter Vacuole.
- Fig. 14. Eine amoeboide Zelle (Amoeben-Stadium), aus einer Wimperzelle entstanden.
- Fig. 15. Eine amoeboide Zelle mit ganz zusammengezogener Vacuole.
- Fig. 16. Eine amoeboide Zelle mit sehr ausgedehnter Vacuole.
- Fig. 17. Eine Amoebe mit einer Vacuole und einem Pseudopodien-Büschel.
- Fig. 18. Eine Amoebe mit zwei Vacuolen.
- Fig. 19. Eine Amoebe mit drei Vacuolen.
- Fig. 20. Eine sehr grosse Amoebe mit fünf Vacuolen und vielen Pseudopodien-Büscheln.

IV.

Nachträge
zur Monographie der Moneren.

Hierzu Taf. VI.

IV.

Nachträge

zur Monographie der Moneten

Heft VI

1. *Vampyrella Gomphonematis*.

(Hierzu Taf. VI, Fig. 1—4.)

Die neue Moneren-Form, die ich hier als *Vampyrella Gomphonematis* beschreibe, habe ich im September 1869 während meines Aufenthaltes an der norwegischen Küste beobachtet. Sie schliesst sich sehr nahe an die von CIENKOWSKI beschriebene *Vampyrella vorax* an, unterscheidet sich jedoch von ihr durch gewisse Eigenthümlichkeiten, welche ihre Aufstellung als besondere Species genügend rechtfertigen.

Die Gattung *Vampyrella* ist vielleicht unter allen Moneren die am längsten bekannte Form, insofern in ihren Entwicklungskreis die »ziegelrothen Blasen« gehören, welche die Botaniker schon vor langer Zeit an Spirogyren und anderen Algen aufgefunden haben. Jedoch galten dieselben theils für Entwicklungszustände dieser Algen, theils für »Diatomeen-Cysten«, und erst die vortrefflichen und erschöpfenden Untersuchungen von CIENKOWSKI stellten 1865 ihre Natur in das rechte Licht (l. c. p. 218—225). In vollkommen ausgebildetem und frei beweglichem Zustande tragen alle *Vampyrellen* durchaus den Charakter echter Moneren, indem ihr ganzer Körper einen gänzlich structurlosen Protoplasma-Klumpen darstellt. Diese nackte Cytode nimmt mittelst vorgestreckter Pseudopodien Nahrung auf, gleich den Amöben und Rhizopoden, und geht dann in einen Ruhezustand über. Sie scheidet eine Kapselhülle aus und zerfällt innerhalb dieser Cyste durch Viertheilung in vier nackte Sporen (Tetraplasten). Jede Spore gleicht nach dem Austritt aus der Cyste einer kleinen Actinophrys (sol) und kriecht wie eine kleine Amöbe mit spitzen Fortsätzen langsam umher. Von den drei *Vampyrella*-Arten CIENKOWSKI's nähren sich

zwei (*V. Spirogyrae* und *V. pendula*) von Algen, deren Zellen sie anbohren und das Protoplasma aussaugen. Die dritte Art dagegen (*V. vorax*) frisst durch Umhüllung fremder Körper, wie eine Amöbe (Archiv für mikr. Anat. 1865. Vol. I. p. 218—225).

Die norwegische *Vampyrella*, welche ich in Bergen beobachtete, scheint ausschliesslich auf den Stöckchen einer Diatomee zu leben, deren Zellen sie umhüllt und aussaugt. Ihre spezifische Eigenthümlichkeit scheint aber darin zu bestehen, dass sie sich auf den Diatomeen-Stöckchen selbst einkapselt und an der Stelle der gefressenen Diatomeen befestigt, deren entleerte Kieselschalen sie ablöst und auswirft. Die Diatomee, auf der ich die Vampyrelle ausschliesslich gefunden habe, und die in Fig. 4 abgebildet ist, gehört der Gattung *Gomphonema* an, scheint jedoch mit keiner der beschriebenen Arten genau übereinzustimmen. Ich will daher diese neue Species, um an ihre Ausplünderung durch die Vampyrella zu erinnern, *Gomphonema devastatum* nennen.

Das *Gomphonema devastatum* (Fig. 4, 2) bildet sehr zierliche baumförmig verästelte Zellen-Gemeinden, welche massenhaft die Stöckchen der Campanularien überziehen, die an der Küste von Bergen leben. Manche Campanularienstöcke sehen mit blossen Auge betrachtet so aus, als ob sie dicht mit einer gelblichen Schleimhülle überzogen wären. Diese Hülle besteht bloss aus Tausenden von Gomphonema-Bäumchen, die dichtgedrängt senkrecht auf den Röhren der Campanularien sitzen. Einzelne von diesen Bäumchen beherbergen unsere Vampyrella in grosser Anzahl, während viele ganz frei davon sind. Die Stöckchen des Gomphonema sind durchschnittlich 0,5 Mm. hoch und 0,3 Mm. dick. Die Stiele der Zellen sind schlank, regelmässig dichotomisch verzweigt, zierlich S förmig gebogen, und 0,003 Mm. dick. Die Kieselzellen sind fächerförmige, gleichschenkelig-dreieckige, ziemlich dünne Scheiben. Ihre Länge beträgt 0,05, ihre Breite 0,03, ihre Dicke 0,04 Mm. Von der breiten Seite gesehen, erscheint der Kieselpanzer der Zelle durch zwei, von der Basis nach dem freien Rande divergirende Furchen in drei schmale Felder zerlegt. Den beiden Furchen entsprechen am freien Rande zwei flache Einkerbungen. Die drei Felder sind im äusseren Theile von gleicher Breite. In der Mitte jedoch, wo der Zellenkern liegt, ist das Mittelfeld etwas breiter aufgetrieben. Auch an der Basis ist dasselbe breiter als die beiden Seitenfelder (Fig. 4 h.) Von der schmalen Seite gesehen (Fig. 4 i) erscheint jede Kieselzelle schmal keilförmig, von der Basis gegen das abgerundete freie Ende hin allmählich verdickt. Im Innern der Kieselzelle bilden die feinen verästelten und anastomosirenden Protoplasma-Ströme, in welche viele

gelbe Körner eingebettet sind, ein unregelmässiges und veränderliches Netzwerk.

Auf den Aesten dieser zierlichen Gomphonema-Bäumchen findet man nun hin und wieder in grosser Menge statt der zugehörigen Kieselzellen hellrothe kugelige Blasen (Fig. 1 a.) Dies sind die Cysten unserer Vampyrella. Sie sind nicht immer von gleicher Grösse, die meisten von 0,06 — 0,07 Mm. Durchmesser. Die Cystenwand (c) oder die Hülle der kugeligen Blasen ist glashell und structurlos, scharf doppelt contourirt. Ihre Dicke ist verschieden, meistens gleich ein Zehntel des Kapseldurchmessers, also 0,006—0,008 Mm. Die dicksten Blasenhüllen erreichten 0,04 Mm. Dicke. Die structurlose Substanz der Cystenwand ist sehr fest und elastisch, in verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich. In concentrirten Alkalien quillt sie rasch bedeutend auf und löst sich nachher ganz darin auf. Concentrirte Mineralsäuren zerstören sie erst nach längerer Einwirkung. Durch Carmin und durch Jod wird dieselbe nicht gefärbt, ebenso nicht durch Jod und Schwefelsäure.

Den Inhalt der Cysten findet man oft auf einem und demselben Gomphonema-Bäumchen in verschiedenen Entwicklungs-Zuständen, wie es in Fig. 1 dargestellt ist. Bei den jüngeren Cysten (a) ist der ganze Hohlraum mit einem homogenen, hellrothen, halbdurchsichtigen, Protoplasma ausgefüllt, welches bei Anwendung sehr starker Vergrösserungen äusserst fein granulirt erscheint, und bisweilen auch noch eine geringe Anzahl von etwas grösseren Körnchen enthält, die nach ihrem dunkeln Glanze Fettkörnchen zu sein scheinen. Die Farbe ist hell ziegelroth, bisweilen fast mehr orangeroth. Neben diesen ganz mit Protoplasma erfüllten Blasen finden sich andere, bei denen die ganze Protoplasma-Füllung in vier gleiche Theile zerfallen ist. Dies sind die Tetrasporen, welche CIENKOWSKI auch bei seinen drei Vampyrella-Arten beobachtet hat. Sie scheinen alle vier gleichzeitig zu entstehen, indem vier gleichweit von einander und vom Centrum der Kugel entfernte Protoplasmapunkte als Anziehungsmittelpunkte auf die umgebende Substanz wirken. Diese verdichtet sich dabei und presst eine geringe Quantität einer hellen Flüssigkeit aus, die nunmehr die vier Plasma-Sporen von einander trennt. Wenigstens habe ich bei der Vampyrella Gomphonematis niemals gesehen, dass die Plasma-Kugel erst bloss in zwei Stücke zerfiele, die sich dann nochmals halbiren. Die vier Sporen sind eben so durchaus homogene und nackte Plasma-Stücke, wie die Kugel, aus deren Viertheilung sie hervorgegangen sind. Weder an dieser, noch an jener ist irgend eine Spur von einem Zellkern oder von einer contractilen Blase zu bemerken. Die Tetrasporen haben eine sphaeroidale, stark abgeplattete, fast linsenförmige Gestalt, und

sind dergestalt gegen einander gelagert, dass zwischen ihnen, im Centrum der Cyste, ein leerer Hohlraum bleibt von regulär tetraedrischer Grundform.

Während man auf einigen Gomphonema-Stöckchen bloss geschlossene Cysten findet, theils mit ungetheiltem Protoplasma-Inhalt, theils mit vier sphäroidalen Sporen, so kann man dagegen an anderen Stöckchen das Auskriechen der letzteren aus der Kapsel und ihre Umbildung zu frei umherkriechenden actinophrysähnlichen Körpern sehr hübsch verfolgen (Fig. 1 e.) An einer Stelle der Cystenwand (meist entgegengesetzt dem Anheftungspunkte der Kapsel) entsteht, vermuthlich durch die anliegende Tetraspore veranlasst, eine sehr kleine Oeffnung und nun zwängt sich die letztere durch dieses enge Loch langsam hindurch. Dabei nimmt ihr rundlicher Protoplasma-Leib eine sehr schlanke Form an (Fig. 1 e.) Noch ehe der ganze Sporenkörper den Hohlraum der Cyste verlassen hat, beginnt er bereits an dem ausserhalb befindlichen Theile sehr feine und zarte Pseudopodien auszustrecken. Wo er mit einem Aestchen des Gomphonema-Stockes zufällig in Berührung kommt, schmiegt er sich mit seiner klebrigen Oberfläche an dasselbe an, breitet sich aus, und kriecht nun langsam an dem Stöckchen empor. Eine von den vier Sporen nach der anderen verlässt die Cyste. Wie es scheint, kriecht jede durch das Loch aus, das von der ersten gebohrt worden ist. Man kann so Kapseln finden, in denen nur noch ein oder zwei Sporen liegen, nachdem die anderen bereits ausgekrochen sind (Fig. 1 d.) Auch leere Cystenhüllen findet man auf den Enden der Aestchen bisweilen, jedoch selten. In der Regel scheinen sie bald abzufallen, nachdem ihre Bewohner sie verlassen haben.

Die Spore, welche durch Viertheilung der encystirten Vampyrella entstanden ist, und welche nunmehr ihre Kapsel verlassen hat, ist bereits der ganze Organismus. Denn die Function der Ernährung, der sie sich nunmehr in frei beweglichem Zustande widmet, hat kein anderes Resultat, als Vergrösserung des homogenen Plasmastückes durch einfaches Wachsthum. Nachdem die frei umherkriechende, actinophrysähnliche Vampyrella durch Plünderung mehrerer Gomphonema-Zellen eine gewisse Grösse erreicht hat, zieht sie sich kugelig zusammen, schwitzt eine Kapselhülle aus, und geht so für einige Zeit in den Ruhezustand über, mit dessen Beschreibung wir begannen. Späterhin zerfällt diese encystirte Plasma-Kugel wiederum in vier Tetrasporen, und so beginnt der höchst einfache Kreislauf ihres Lebens von Neuem.

Die Ernährungsweise der frei umherkriechenden Vampyrella Gomphonematis ist sehr interessant, obwohl im Wesentlichen mit derjenigen der übrigen Species der Gattung übereinstimmend. Nachdem die Tetra-

spore ihre Kapsel vollständig verlassen, breitet sie sich, wie schon bemerkt, actinophrysähnlich aus und kriecht an dem Gomphonema-Bäumchen umher, ohne dasselbe jemals zu verlassen. Zeitlebens bleibt sie mit ihm in Berührung oder geht höchstens einmal auf ein benachbartes Gomphonema-Stöckchen über, mit dem ihr eigenes zufällig in Berührung kam. Schwimmen kann das kleine Moner, wie es scheint, nicht, und hütet sich wohl, die sichere Unterlage, deren Contact es von Geburt an gewöhnt ist, zu verlassen. Niemals habe ich daher auch unsere Vampyrella in frei beweglichem Zustande Kugelform annehmen sehen, wie sie bei frei im Wasser schwebenden Rhizopoden mit allseitig ausstrahlenden Pseudopodien so häufig vorkommt. Vielmehr erscheint die frei umherkriechende Vampyrella immer als formloses oder ganz unregelmässig geformtes Klümpchen, welches sich bei seinen Bewegungen vollkommen der festen Unterlage anpasst. Beständig aber strahlen von seiner äusseren Oberfläche eine grosse Menge von äusserst feinen Pseudopodien aus.

Die Pseudopodien sind bei der Vampyrella Gomphonematis in viel grösserer Zahl vorstreckbar, als bei den von CIENKOWSKI beobachteten drei Arten. Wie bei diesen, ist deutlich Körnchenbewegung an ihnen zu beobachten, niemals dagegen ein Verschmelzen verschiedener Sarcode-Fäden bei zufälliger Berührung. Auch Verästelung lässt sich nicht mit Sicherheit wahrnehmen. Fast immer erscheinen die Pseudopodien als einfache, unverästelte, gerade ausgestreckte Fäden, deren Länge meistens kaum dem Durchmesser des mittleren Körpertheils gleichkommt, selten ihn bedeutend übertrifft. Da das Ausstrecken und Einziehen der Pseudopodien und die Körnchenströmung auf denselben bei den Vampyrellen Nichts mit der Nahrungs-Aufnahme zu thun hat, so wird diese Bewegung wahrscheinlich vorzugsweise die Function der Respiration vermitteln.

Die Ernährung unserer Vampyrella, die an dem Gomphonema-Stöckchen herumkriecht, geschieht nun in folgender Weise: Sobald sie, an den Zweigen des Bäumchens emporkriechend, eine Kieselzelle erreicht hat, breitet sie sich flach rings um deren Basis aus. Das Protoplasma der Vampyrella zerfliesst zu einer dünnen Schleimschicht, welche blattartig auf beiden Flächen der dreieckigen Kieselzelle sich ausbreitet. Da die beiden Blätter desselben aber zugleich an den schmalen Rändern der Zelle in Zusammenhang bleiben, wird die ganze Kieselzelle von der schmalen Basis bis zu ihrem breiten freien Rande, von einer zusammenhängenden dünnen Protoplasma-Lamelle überzogen und zuletzt gänzlich eingehüllt. Nun beginnt die eigentliche Plünderung. Während eine Anzahl feiner Pseudopodien von dem Plasma-Ueberzuge in das

Wasser hineinstrahlen, dringt ein anderer Theil des Protoplasma-Körpers durch die Schalen-Spalten der Kieselzelle in deren Inneres hinein und annectirt sich das hier verborgene Protoplasma. Man kann sehen, wie die hellrothe Sarcode der Vampyrella in Form unregelmässiger Fortsätze im Innern der Kieselzelle sich ausbreitet und das gelbe Protoplasma des Gomphonema in sich hineinzieht. Die Körnchenbewegung in dem letzteren erlischt und der ganze Inhalt wird langsam durch die Spalten der Kieselschale herausgezogen. Anfangs kann man die gelben Diatomeen-Körner in dem rothen Vampyrellen-Leibe noch wahrnehmen. Bald aber verschwinden sie in dem feinkörnigen gelbrothen Protoplasma der letzteren und werden ganz von diesem assimiliert.

Die entleerte Kieselschale (Fig. 4 g) der Gomphonema-Zelle, deren Zusammenhang mit ihrem Stiele bereits während des Plünderungs-Processes sich zu lockern scheint, wird nun von der gesättigten Vampyrella gänzlich abgebrochen und wie ein unverdaulicher fremder Körper ausgestossen (Fig. 4 f.) Der freche Räuber aber bleibt an ihrer Stelle sitzen, um ruhig zu verdauen. Er umfasst das freie Ende des Zellenstieles in Form eines rundlichen Protoplasma-Klumpchens, das nach allen Seiten feine Fäden ausstrahlt. Hat die Vampyrella nun schon mehrere Zellen in dieser Weise geplündert und dadurch eine gewisse Grösse erreicht, so beginnt sie allmählich ihre Fäden einzuziehen, sich zu einer glatten Plasmakugel abzurunden, und durch Ausschwitzung einer Hülle einzukapseln. Wenn sie aber hierzu noch zu klein ist, so kriecht sie erst von ihrem Stiele wieder herab und auf einen anderen Zweig hinüber, um auch dessen Zelle sich einzuverleiben. In der Regel scheint jede Vampyrella eine grössere Anzahl von Kieselzellen fressen zu müssen, ehe sie sich encystiren kann.

Bei den von CIENKOWSKI beschriebenen Vampyrella Spirogyrae und V. pendula kommt ein vorübergehender Ruhezustand mit Encystirung vor, welcher bloss dem Verdauungsgeschäft gewidmet ist. Nach aufgenommener Nahrung bilden sich diese Vampyrellen eine vorübergehende Cyste (»Zelle« von CIENKOWSKI), welche sie nach vollendeter Verdauung wieder durchbrechen und verlassen, um aufs Neue umherzukriechen. Erst später erfolgt die definitive Einkapselung, während welcher die Fortpflanzung durch Viertheilung geschieht. Bei unserer Vampyrella Gomphonematis scheinen jene provisorischen Cystenbildungen nicht vorzukommen. Jedes Individuum kapselt sich nur einmal während seines Lebens ein, und zwar dann, wenn es sich zur Fortpflanzung anschickt.

Die Encystirung unserer Vampyrella erfolgt in der einfachsten Weise. Nachdem durch Aufnahme einer gewissen Anzahl von Kiesel-

zellen das durchschnittliche specifische Grössenmaass des rothen Plasmastückchens erreicht ist, werden die ausgestreckten Pseudopodien eingezogen und die geglättete Oberfläche des Klumpens rundet sich kugelig ab. Sodann beginnt die Ausschwitzung einer hyalinen, structurlosen Hülle, welche allmählich erhärtet, und deren Dicke bis zu ein Siebentel des Kugeldurchmessers erreichen kann. Zu bemerken ist, dass der Stiel der zuletzt gefressenen Kieselzelle, auf der die Vampyrella sitzen bleibt, unmittelbar mit dem Protoplasmakörper derselben in Verbindung bleibt, so dass an dieser Stelle die Cystenhülle von dem Stielende durchbohrt ist (Fig. 1, a. b.)

Somit sind wir denn wieder am Ausgangspunkte der Lebensgeschichte unseres Moneres angelangt. Wie lange die encystirte Vampyrella im Ruhezustande verharret, ehe sie durch Tetraplasten-Bildung in vier neue Individuen zerfällt, habe ich nicht ermitteln können. Die vorstehend mitgetheilte Entwicklungsgeschichte ist aus Zusammenstellung der verschiedenen ontogenetischen Stadien erschlossen, die man bisweilen auf einem und demselben Gomphonema-Bäumchen neben einander antrifft.

2. *Protomonas Huxleyi*.

(Taf. VI, Fig. 5—8.)

In dem pelagischen Mulder, welchen ich im August des letzten Jahres mit dem feinen Netze von der Oberfläche der Nordsee in der Nähe von Bergen fischte, befanden sich eine grosse Menge von Diatomeen aus der Gattung *Rhizosolenia*. An einer von diesen *Rhizosolenien* bemerkte ich ganz zufällig vier kleine kugelige Bläschen ansitzen von ungefähr 0,03 Mm. Durchmesser (Fig. 5.) Bei starker Vergrösserung zeigte sich, dass eine von diesen kugeligen Cysten mit structurlosem, feinkörnigen, farblosen Protoplasma ganz angefüllt war (Fig. 5 A.) Die drei anderen Blasen enthielten statt dessen eine grosse Anzahl von kleinen Protoplasma-Kugeln (b) von derselben Beschaffenheit, wie das Protoplasma der grossen Kugel. Weder in dieser letzteren noch in den kleinen Protoplasma-Kügelchen war eine Spur von Kernen wahrzunehmen; auch andere geformte Inhaltsbestandtheile fehlten gänzlich. Die kleinen Kügelchen hatten ungefähr 0,008 Mm. Durchmesser. Die Cystenhülle erschien in allen vier Kugeln ziemlich derb, doppelt contourirt, structurlos, etwa 0,0045 Mm. dick.

Da ich weder an der grossen Protoplasma-Kugel, noch an den kleinen Kügelchen in den drei anderen Cysten irgend eine Structur wahrnehmen konnte, schloss ich daraus, dass hier die Fortpflanzungs-

kapseln irgend einer Moneren-Form vorlägen. Diese Vermuthung bestätigte sich in der That. Um möglicher Weise eine weitere Entwicklung der Kapseln wahrzunehmen, isolirte ich die Rhizosolenia in einer kleinen feuchten Kammer. Schon am folgenden Tage hatte ich das Vergnügen, in zwei von den drei Kapseln, welche mit kleinen Kügelchen gefüllt waren, eine langsame rotirende Bewegung wahrzunehmen. Als ich nun die Kapseln durch leichten Druck auf das Deckglas sprengte, traten birnförmige Cytoden heraus, welche an einem Ende abgerundet, am anderen Ende in eine lange und sehr feine fadenförmige Geissel ausgezogen waren (Fig. 5 d). Ihre Länge betrug gegen 0,04 Mm. Diese Schwärmsporen bewegten sich langsam in dem Wassertropfen umher und zerstreuten sich dann. Ich stellte nun den Objectträger wieder in eine feuchte Kammer. Schon nach wenigen Stunden hatte die Geisselbewegung der Schwärmer aufgehört und an ihrer Stelle fand ich in dem Wassertropfen kleine amoebenartige Körperchen, von 0,01—0,012 Mm. Durchmesser (Fig. 6.) Sie krochen langsam auf der Glasplatte umher, indem sie eine geringe Zahl von sehr feinen, fadenförmigen Fortsätzen ausstreckten und wieder einzogen. Auch an diesen amoeboiden Körperchen war keine Spur von einem Zellkern, und eben so wenig von einer Vacuole oder von einer umhüllenden Membran wahrzunehmen. Einige von diesen Cytoden konnte ich nachher noch einige Zeit verfolgen, und sah, dass sie allmählich begannen, eine grössere Anzahl von haarfeinen Fortsätzen auszustrecken. Sie nahmen fast die Gestalt sehr kleiner Actinophrys an (Fig. 8.) Einmal traf ich auch zwei amoeboide Cytoden, welche mittelst eines feinen Pseudopodiums zusammenhingen (Fig. 7.) Ob diese Verbindung nur zufällig war, oder ob sie als Vorbereitung zur Theilung (oder vielleicht auch umgekehrt zur vollständigen Verschmelzung) anzusehen war, vermochte ich nicht zu unterscheiden. Nahrungsaufnahme habe ich nicht beobachtet. Auch Körnchen fehlten in den kleinen Protoplasma-Klumpchen, und somit natürlich auch die Körnchenbewegung an den Pseudopodien.

Das Protoplasma der grossen Kugel (A), deren Cyste bei dem Sprengversuch auch geborsten war, zeigte nach dem Austreten keinerlei Bewegung, ebenso auch nicht die Kügelchen der dritten Cyste.

Soweit sich aus diesen unvollständigen Beobachtungen schliessen lässt, liegt hier eine Moneren-Form vor, welche sich unter den bekannten Moneren am nächsten an die von CIENKOWSKI vortrefflich beschriebene *Protomonas amyli* anschliesst¹⁾. Den Gattungscharakter von Pro-

1) CIENKOWSKI, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Arch. für mikr. Anat. 1865. Vol. I. p. 213. Taf. XII, Fig. 4—5. Vergl. ferner Bulletin phys. math. Acad.

tomonas habe ich in der Monographie der Moneren folgendermaassen bestimmt: »Ein einfachster formloser Protoplasma-Körper, ohne Vacuolenbildung, welcher einfache oder verästelte Pseudopodien treibt. Fortpflanzung durch Schwärmsporen, welche in Plasmodien zusammenfliessen. Der frei bewegliche Zustand des Moneres wird von einem Ruhezustande mit Hüllenbildung unterbrochen.« Die von CIENKOWSKI entdeckte Species, bisher die einzige der Gattung, ist folgendermaassen charakterisirt: »Protoplasmakörper ein Plasmodium, welches durch Verschmelzen mehrerer Schwärmsporen entsteht, von ungefähr 0,02 — 0,05 Mm. Durchmesser, mit wenigen, verästelten, sehr feinen Pseudopodien. Ruhezustand eine rundliche Lepocytode, deren Membran keilförmige, nach innen vorragende Warzen treibt. Schwärmsporen spindelförmig, sehr contractil, mit mehreren, (zwei?) Geisseln versehen, sich nach Art einer Anguillula bewegend.« Die Protomonas Amyli lebt in faulenden Nitellen des süssen Wassers.

Wie man sieht, sind die Unterschiede der Protomonas amyli von der vorliegenden P. Huxleyi jedenfalls hinreichend gross, um die letztere als eine besondere »gute Species« zu betrachten. Bei P. amyli sind die Schwärmsporen spindelförmig, mit mehreren Geisseln; bei P. Huxleyi dagegen birnförmig, mit einer Geissel. Die Cystenwand der ersteren ist an der inneren Seite mit keilförmigen vorragenden Warzen versehen, welche der letzteren fehlen. Auch habe ich bei P. Huxleyi nicht mit Sicherheit die Verästelung der Pseudopodien gesehen, welche bei P. amyli vorkommt. Dass die Schwärmsporen bei der ersteren ebenso wie bei der letzteren zu Plasmodien zusammenfliessen, bezweifle ich nicht, obwohl ich es nicht direct beobachtet habe; die in Fig. 7 dargestellten zwei Cytoden, welche durch einen Faden zusammenhängen, sind vielleicht in Verschmelzung, vielleicht aber auch in Theilung begriffen. Bei beiden Arten von Protomonas fehlt zugleich die Vacuolenbildung im Protoplasma, und dadurch unterscheiden sie sich wesentlich von der sonst nächstverwandten Protomyxa, die sich auch ausserdem durch ihre üppigen Protoplasma-Netze auszeichnet.

Der Lebenslauf der Protomonas Huxleyi, wie er sich aus den vorliegenden unvollständigen Beobachtungen und aus der Analogie der P. amyli ziemlich sicher errathen lässt, wird folgender sein. Die Geisselcytoden oder Schwärmsporen, welche aus der geborstenen Cyste austreten (Fig. 5 D) schwärmen im Wasser mittelst ihrer Geissel umher,

St. Petersburg. T. XIV, XVII. Pringsheims Jahrbücher I, 374. Vergl. ferner meine Monogr. der Moneren: VI. System der Moneren. Genus IV.

sinken dann zu Boden und gehen in den amoeboiden Zustand über (Fig. 6), aus welchem sich weiterhin vielleicht ein actinophrysartiger Zustand entwickelt (Fig. 8.) Durch weiteres Wachsthum (vielleicht auch durch Verschmelzung mehrerer Cytoden zu einem Plasmodium (Fig. 7) entstehen grössere Protoplaststücke (nackte Cytoden), welche nach Erlangung einer gewissen Grösse in den Ruhezustand übergehen und sich einkapseln. Der Protoplasma-Körper setzt sich fest, zieht sich zusammen und schwitzt eine Hülle aus (Lepocytode, Fig. 5 A). Innerhalb dieser Cyste zerfällt derselbe in zahlreiche kleine Kugeln (Fig. 5 B, C.) Diese verwandeln sich wiederum in die birnförmigen Schwärmsporen, von welchen wir ausgingen. Ich benenne diese neue Moneren-Art zu Ehren des berühmten Entdeckers des Bathybius.

3. Neue Arten von Protamoeba.

(Taf. VI, Fig. 9—12.)

Die Moneren, welche meine Gattung Protamoeba bilden, unterscheiden sich von den übrigen Formen dieser Classe einerseits durch die einfachen Pseudopodien, welche nicht mit einander anastomosiren und keine Netze bilden; anderseits dadurch, dass sie sich in der einfachsten Weise durch Theilung fortpflanzen, ohne in einen Ruhezustand überzugehen. Die andere Moneren-Gattung, welche sich ebenso fortpflanzt, Protogenes, treibt lange und dünne, vielfach verästelte Pseudopodien, welche confluiren und Protoplasma-Netze bilden.

Moneren, welche demnach zu der Gattung Protamoeba gehören, scheinen sowohl im süssen als im salzigen Wasser sehr weit verbreitet zu sein. Schon jetzt bin ich im Stande, der zuerst von mir 1866 in der generellen Morphologie (Vol. I, p. 133) beschriebenen Protamoeba primitiva nicht weniger als vier andere Formen anzureihen, welche man als »gute Species« dieses Genus betrachten kann, wenn man bei diesen niedersten Organismen überhaupt noch von Genus und Species sprechen darf.

I. Protamoeba simplex.

(Taf. VI, Fig. 12.)

Am nächsten der Protamoeba primitiva, welche ich in der Monographie der Moneren (Taf. II, Fig. 25—30) abgebildet habe, steht ein ansehnlich grosses Moner, welches ich Protamoeba simplex nennen will (Fig. 12.) Dasselbe bildet unregelmässig rundliche Protoplasma-Klumpen, welche sich bald mehr der Kugelgestalt nähern

(Fig. 12 A), bald flacher sich ausbreiten, und dabei an verschiedenen Stellen unregelmässig rundliche lappige Auftreibungen bilden, die man aber kaum als Pseudopodien bezeichnen kann. Das Protoplasma dieser Klumpen erscheint eigenthümlich wachsartig, stark lichtbrechend, glänzend, gänzlich structurlos. Die Oberfläche ist eigenthümlich gerunzelt oder in bogenförmige Falten gelegt. Kleine Körnchen scheinen an der Oberfläche kleben zu bleiben, aber nur selten in das Innere zu dringen. Die Aufnahme fremder Körper wurde niemals beobachtet. Das Verhalten gegen Reagentien ist das gewöhnliche des Protoplasma. Durch Carmin werden die Klumpen durch und durch roth gefärbt. Die Grösse ist sehr beträchtlich. Neben kleineren Individuen von 0,05—0,1 Mm. Durchmesser giebt es auch solche, deren Durchmesser 0,2—0,3 Mm. erreicht, und die man daher unter günstigen Umständen mit blossen Auge erkennen kann.

Protamoeba simplex scheint nicht selten zu sein. Ich habe sie in Süsswasser-Infusionen schon in früheren Jahren gelegentlich beobachtet, jedoch immer nur in solchen Infusionen, welche humusreiche Walderde enthielten. Ich konnte früher aber Nichts mit diesen sonderbaren Klumpen anfangen, da ich daran keine Bewegung wahrnahm. Erst als ich im letzten Jahre dieselben wieder fand, fiel es mir ein, dass dieselben wohl eine Moneren-Form darstellen könnten. In der That ergab sich bei chemischer Prüfung sofort die Protoplasma-Natur der Klumpen, und sehr genaue und anhaltende Beobachtung lehrte auch schwache Formveränderungen wahrnehmen. Jedoch geschehen dieselben nur sehr langsam, und da auch weder Nahrungsaufnahme noch Fortpflanzung an diesen Protoplasma-Klumpen beobachtet wurde, so bleibt ihre Protamoeben-Natur einstweilen noch zweifelhaft.

II. *Protamoeba agilis*.

(Taf. VI, Fig. 9.)

Diese kleine *Protamoeba* habe ich im Juni des letzten Jahres in sehr grosser Menge beobachtet. Sie fand sich in einem Behälter mit Wasser, welches ich aus den Teichen des Rodathales (einige Meilen südöstlich von Jena) geholt hatte. Das Wasser enthielt Spirogyren und einige andere Algen, sowie eine geringe Menge von Infusorien, Räderthieren etc. Nachdem das Glas mit Wasser einige Wochen am Lichte gestanden hatte, stiess ich zuerst in dem feinen Mulder oder Schlamm, der sich auf dem Boden abgesetzt hatte, auf einzelne Protamoeben. Dieselben vermehrten sich so rapide, dass ich einige Tage später fast in jedem Wassertropfen, den ich mit der Pipette vom Grunde des Gefässes heraufholte, ein oder

einige Protamoeben vorfand. Gewiss waren in dem Glase viele Tausende vorhanden. Eine Woche später war Alles verschwunden. Vielleicht war ein kleiner Wurm (*Chaetogaster*) daran Schuld, der sich inzwischen entwickelt und die Bedingungen des Kampfes ums Dasein in dem kleinen Aquarium gänzlich verändert hatte.

Der Durchmesser der *Protamoeba agilis* beträgt 0,04 — 0,06 Mm. Ihre Form ist unregelmässig rundlich lappig (Fig. 9). Die Pseudopodien sind wenige und kurze, breite, stumpfe Fortsätze. Aber ihre Bewegungen sind sehr rasch und lebhaft. Das Protoplasma des Körpers scheidet sich sehr deutlich in zwei verschiedene Schichten, eine hyaline, körnchenfreie, festere Rindenschicht (*Ectosark*), und eine trübe, körnerreiche, weichere Marksicht (*Endosark*). Beide Schichten sind aber keineswegs scharf getrennt, sondern gehen ganz allmählich in einander über, wie bei vielen echten Amoeben. Wie bei diesen erfolgt auch die Nahrungsaufnahme. Wo ein fremdes Körperchen die Oberfläche berührt, verdünnt sich das hyaline *Ectosark* und das Körperchen wird in das körnige *Endosark* plötzlich hineingezogen. Das *Endosark* ist sehr weich, so dass sich bei jeder Bewegung die darin enthaltenen Körnchen vielfach verschieben. Von Nucleus und contractiler Blase ist keine Spur vorhanden.

Die Fortpflanzung durch Theilung liess sich mit Leichtigkeit an sehr zahlreichen Individuen beobachten. Die *Protamoeba* schnürte sich dann in der Mitte ein (*G*, *H*). Das körnige *Endosark* strömte in die beiden entgegengesetzten Hälften hinein, und die hyaline Brücke des *Ectosark*, welche diese noch kurze Zeit zusammenhielt, zerriss. Die beiden Theilproducte fuhren sogleich fort, sich ebenso wie die ungetheilte *Protamoeba* zu bewegen.

III. *Protamoeba Schultzeana*.

(Taf. VI, Fig. 10.)

In norwegischem Meeressand, den ich in der Nähe von Bergen, nahe dem Strande, aus geringer Tiefe mit dem Schleppnetz heraufgeholt hatte, und der sehr reich an lebenden Polythalamien war, beobachtete ich im August vorigen Jahres in mehreren Exemplaren eine sehr ausgezeichnete neue *Protamoeben*-Form (Fig. 10 *A—D*). Dieselbe bildete gewöhnlich unregelmässig höckerige, kugelige Klumpen, von durchschnittlich 0,4 Mm. Durchmesser. Das Protoplasma war deutlich in eine körnchenfreie, festere, hyaline Rindenschicht (*Ectosark*) und eine körnerreiche, weichere, trübe Markmasse (*Endosark*) differenzirt, ähnlich wie bei *P. polypodia* und *P. agilis*. Doch waren die beiden Schichten noch weniger scharf getrennt wie bei der letzteren. Der

centrale Sarcoderkörper, welcher meistens der Kugelgestalt mehr oder weniger genähert blieb, und daher bei seinen unregelmässigen Bewegungen auf der ebenen Unterlage des Objectträgers förmlich langsam fortrollte, bildete in sehr charakteristischer Weise an vielen Stellen seiner Oberfläche gleichzeitig eine grössere Anzahl (20—30) dicke, höckerige, rundliche Fortsätze. Bald waren diese Fortsätze mehr cylindrisch, bald mehr kegelförmig, bald mehr flächenartig ausgebreitet. Ihre Länge kam dem Durchmesser der centralen Körpermasse gleich, der sie aufsassen, oder übertraf selbst diesen letzteren. Die Fortsätze wurden von beiden Körperschichten gebildet. Sie waren einem lebhaften Wechsel unterworfen. Wenn sich ein neuer Fortsatz bildete, strömte plötzlich die innere, dunkle, körnige Masse des Endosark mit grosser Energie in das sich ausstülpnde hyaline Ectosark, wie in einen Bruchsack hinein. Das am meisten Charakteristische aber war die Beschaffenheit des letzteren. Die ganze Oberfläche des hyalinen Ectosark nämlich erschien beständig mit einer grossen Masse von kleinen, stumpfen Wärzchen besetzt. Diese kleinen hyalinen Wärzchen oder Höckerchen hatten meistens Kegel- oder Halbkugelform. Sie entstanden und vergingen in raschem Wechsel, so dass man sie wohl als »Nebenpseudopodien« bezeichnen kann, im Gegensatz zu den grossen und starken »Hauptpseudopodien«, deren Oberfläche sie bedeckten. Die Bewegungen dieser merkwürdigen Protamoeba waren sehr lebhaft, und geschahen eigenthümlich ruckweise, indem das sphäroidale Protist sich auf den vorstehenden Höckern rollend fortwälzte, fast wie ein Seeigel auf seinen Stacheln.

Von einem Kern oder einer contractilen Blase war auch bei dieser Protamoeba keine Spur vorhanden. Nahrungsaufnahme habe ich nicht beobachtet, wohl aber zweimal Fortpflanzung durch Theilung (Fig. 10 B, C). Die sich theilenden Individuen bildeten in der Mitte eine ringförmige Einschnürung. Das körnige dunkle Endosark strömte in entgegengesetzter Richtung ziemlich heftig in die beiden aus einander tretenden Hälften hinein (10 B) und die hyaline Brücke von Ectosark, welche beide Stücke noch kurze Zeit zusammenhielt, zerriss. Die beiden Kinder begannen sofort in derselben sonderbaren Weise fortzurollen, wie ihr elterlicher Organismus. Ich benenne diese neue Protamoeben-Form zu Ehren meines Freundes MAX SCHULTZE.

IV. Protamoeba polypodia.

(Taf. VI, Fig. 11.)

In dem schmutzigen und stinkenden Wasser, welches die tief eingeschnittenen kleinen Buchten des Hafens von Bergen, zwischen den

Häuserreihen, erfüllt, beobachtete ich einige Male die in Fig. 14 abgebildete Moneren-Form. Dieselbe hat so auffallende Aehnlichkeit mit dem von MAX SCHULTZE als *Amoeba polypodia*¹⁾ beschriebenen Organismus, dass man an der Identität beider Formen wohl kaum zweifeln kann. MAX SCHULTZE fand dieselbe im Lagunenwasser von Venedig, und bemerkt dazu: »Durch die zahlreichen langen, schmalen, abgestumpften, hyalinen Fortsätze ausgezeichnet, welche sich ziemlich lebhaft bewegen.« Auch an den von mir in Bergen beobachteten Formen war die Bewegung der Pseudopodien ziemlich lebhaft. Sie krümmten und streckten, verlängerten und verkürzten sich, während die *Protamoeba* auf dem Objectträger fortkroch.

Der Durchmesser des Körpers mit ausgestreckten Pseudopodien betrug ungefähr 0,4 Mm., wovon etwa der dritte Theil auf die ungetheilte mittlere Körpermasse und eben so viel auf die grösseren Pseudopodien kam. Die Zahl der letzteren betrug gewöhnlich zwischen 15 und 30. Die Pseudopodien waren dünn cylindrisch, bei der ansehnlichen Länge von 0,02—0,04 Mm. nur 0,002 Mm. dick, am Ende stumpf abgerundet. Gewöhnlich waren sie unverästelt, seltener an der Basis gabeltheilig, sehr selten mehrfach getheilt. Sie bestanden immer bloss aus dem hyalinen körnchenlosen Ectosark, welches ohne scharfe Grenze in das körnige, weiche Endosark der centralen Leibesmasse überging.

Da jede Spur von Kern in dem Körper dieser Cytoden fehlt, kann man sie nicht als echte Amoeben betrachten. Diese sind immer kernhaltig, also echte Zellen. Um jedoch die *A. polypodia* mit voller Sicherheit als eine echte *Protamoeba* anzusehen, würde man allerdings erst die Fortpflanzung durch Theilung kennen müssen, die bisher nicht beobachtet wurde. Auch Nahrungsaufnahme habe ich nicht beobachtet. Doch bildet MAX SCHULTZE im Innern der venetianischen Form eine Bacillarie ab.

Ausser der *A. polypodia* sind vielleicht auch noch zwei andere, von MAX SCHULTZE entdeckte und als Amoeben beschriebene Protisten in die Gattung *Protamoeba* zu versetzen, nämlich die *A. globularis* (l. c. Taf. VII, Fig. 20) und die ebendasselbst in Fig. 19 abgebildete Amoebe, welche man als *P. limbosa* bezeichnen könnte. Weder Kern noch contractile Blase ist in der Abbildung wahrzunehmen. Da jedoch die Fortpflanzung dieser beiden Formen nicht beobachtet wurde, bleibt ihre systematische Stellung einstweilen noch zweifelhaft.

1) MAX SCHULTZE, Ueber den Organismus der Polythalamien. Leipzig 1854. Taf. VII, Fig. 24.

4. Die Moneren und die Urzeugung.

Unter den vielen Fragen von allgemeinerer Bedeutung und grösserer Tragweite, welche DARWIN's Reform der Descendenztheorie neu angeregt oder ihrer Entscheidung genähert hat, ist eine der wichtigsten und zugleich schwierigsten die Frage von der Urzeugung. Zwar hat DARWIN dieselbe in seinem Werke gar nicht berührt, vielmehr ausdrücklich erklärt, dass er »Nichts mit dem Ursprung des Lebens zu schaffen habe«. Indessen muss natürlich jeder denkende Leser seines Buches die Frage aufwerfen, woher denn die »erste einfachste Urform« komme, aus der alle übrigen organischen Formen nach DARWIN's Selectionstheorie abgeleitet werden können. Auch beweist die lebhafte und allgemeine Theilnahme, welche seitdem wieder für die Urzeugungshypothese allerseits sich geltend macht, zur Genüge, in welchem innigen Zusammenhange dieselbe mit der Descendenztheorie steht.

In der That ist die Theorie der Urzeugung ein nothwendiger und integrierender Bestandtheil der universalen Entwicklungstheorie. Sie ist die natürliche Brücke, welche die KANT-LAPLACE'sche Theorie von der mechanischen Entstehung des Weltgebäudes und der Erde continuirlich verbindet mit der LAMARCK-DARWIN'schen Theorie von der mechanischen Entstehung der Thier- und Pflanzen-Arten. Wenn wir einerseits in dem gesammten Entwicklungsgang der anorganischen Natur, in der Entstehung der Sonnensysteme mit ihren verwickelten Planetenbahnen, der Erdrinde mit ihren Meeren, Gebirgen u. s. w., andererseits aber in dem gesammten Entwicklungsgang der organischen Natur, in der Entstehung aller der mannichfaltigen Organismen aus einer einfachsten Stammform, überall ein und dasselbe grosse Gesetz continuirlicher Entwicklung, überall ein und dasselbe allmächtige Causalgesetz, das natürliche Gesetz des nothwendigen Zusammenhanges von Ursache und Wirkung walten sehen, so sind wir durch die logischen Gesetze unseres Denkens gezwungen, auch für den einzigen dunkeln Punkt in diesem ganzen Entwicklungsgang, für die Entstehung jener einfachsten organischen Stammform einen natürlichen Vorgang, kein unnatürliches Wunder, keinen übernatürlichen Schöpfungsact anzunehmen. Dieser natürliche Vorgang, mag man denselben sich im Einzelnen noch so verschieden vorstellen, ist nichts Anderes als die Urzeugung, d. h. die Entstehung einfachster Organismen aus sogenannter lebloser anorganischer Materie.

Bis in die neueste Zeit hinein ist die Lehre von der Urzeugung von der grossen Mehrzahl der Naturforscher, die sich damit beschäftigten, ungemein unverständlich und roh behandelt worden. Statt sich zunächst

die Bedeutung der Frage nach allen Richtungen hin theoretisch klar zu machen, und die sehr verwickelte Natur derselben gehörig zu erörtern, hat man sich sofort auf das Experimentiren gestürzt, und von diesem Antworten verlangt, noch ehe man gehörig Fragen gestellt hatte. Die Art und Weise, wie dies geschah, ist allbekannt. Nachdem man in höchst künstlich dargestellten Apparaten, nach Anwendung aller möglichen künstlichen Maassregeln, keine Organismen in der Versuchsfüssigkeit hatte entstehen sehen, glaubte man ohne Weiteres die ganze Lehre widerlegt zu haben und kam zu dem höchst unüberlegten Schlusse: »Es giebt keine Urzeugung.« Und doch konnten alle jene berühmten Experimente von PASTEUR u. s. w. weiter gar Nichts beweisen, als dass in jenem speciellen Falle, unter jenen höchst künstlichen und verwickelten Bedingungen, keine Organismen durch Urzeugung entstanden seien.

In der ausführlichen Kritik der Urzeugung, die ich im sechsten Capitel der generellen Morphologie gegeben habe, glaube ich zur Genüge das völlig Werthlose aller jener vielbewunderten Experimente nachgewiesen, und gezeigt zu haben, dass man diese Frage ganz anders behandeln müsse. Positiv widerlegen lässt sich die Hypothese der Urzeugung überhaupt niemals. Positiv bewiesen ist dieselbe insofern bisher auch nicht, als man noch niemals Organismen ohne elterliche Zeugung wirklich hat entstehen sehen. Aber durch meine angeführte Erörterung glaube ich allerdings gezeigt zu haben, dass gegenwärtig (Dank unseren biologischen Fortschritten in dem letzten Decennium!) die Urzeugung als Hypothese nicht mehr die theoretischen Schwierigkeiten besitzt, welche sie uns früher entgegenstellte.

Nichts ist in dieser Beziehung wichtiger als die Entdeckung der Moneren. Bevor wir diese einfachsten — nicht nur wirklich einfachsten, sondern auch denkbar einfachsten! — Organismen kannten, musste immer die Vorstellung der Urzeugung schon daran scheitern, dass wir uns den Organismus, auch den einfachsten, nur denken konnten als ein aus differenten Formbestandtheilen zusammengesetztes Ganze. Selbst die einfachste »Urzelle«, die man gewöhnlich als die erste Stufe in der langen Stufenleiter der organischen Wesen betrachtete, war doch schon ein »Elementar-Organismus«, zusammengesetzt aus zwei, chemisch, physikalisch und morphologisch differenten Bestandtheilen, aus dem inneren Nucleus und dem äusseren Protoplasma. Die Entstehung einer solchen kernhaltigen Plastide unmittelbar durch Urzeugung ist schwer denkbar.

Ganz anders liegt die Sache jetzt, wo wir in den Moneren Organismen kennen gelernt haben, deren ganzer Körper einer nackten kern-

losen Plastide, also einer einfachsten Cytode oder Celline entspricht. Der ganze Körper, soweit er der Erforschung mit unsern feinsten optischen und chemischen Untersuchungsmitteln zugänglich ist, besteht bei diesen Moneren aus einer durchaus homogenen Substanz, einer structurlosen Eiweissverbindung, und dieser denkbar einfachste Protoplasma-Körper ist noch dazu an sich ganz formlos. Die Form, welche er in jedem Augenblick zeigt, ist erst Product der Aussenwelt, ist erst durch Anpassung an die Existenzbedingungen der Aussenwelt entstanden! Bei den einfachsten Moneren, bei den Protamoeben und Protozoen, giebt es eigentlich auch noch gar keine individuelle Entwicklungsgeschichte, keine wahre Ontogenie der Form. Die ganze Entwicklung derselben ist einfachstes Wachsthum, wie bei den anorganischen Krystallen, und wenn dieses Wachsthum durch Ernährung einen gewissen Grad erreicht hat, zerfällt der Körper, dessen Molekeln nicht Cohäsionskraft genug mehr besitzen, um die ganze Masse zusammenzuhalten, in zwei Stücke. Aus einem Individuum sind durch Selbsttheilung zwei neue geworden.

Man kann sich in der That diesen einfachsten Fortpflanzungsprocess der Protamoeben und Protozoen ganz mechanisch vorstellen und auf die Cohäsions-Verhältnisse der Protoplasma-Molekeln physikalisch zurückführen. Das Wachsthum des einfachen Plasma-Stückchens ist ein rein physikalischer Process, so gut wie das Wachsthum jedes Krystalles. Der wichtigste Unterschied zwischen beiden, dass das Wachsthum des anorganischen Krystalles durch Apposition von aussen, das Wachsthum des organischen Moneres durch Intussusception nach innen geschieht, ist einfach durch den festen Aggregatzustand des ersteren, durch den festflüssigen Zustand des letzteren bedingt. In Folge dessen kann auch, aus den einfachsten mechanischen Gründen, beim Krystalle keine Fortpflanzung stattfinden. Beim Moner dagegen muss dieselbe eintreten, sobald die begrenzte Cohäsionskraft der im Imbibitionszustande befindlichen Plasma-Molekeln nicht mehr ausreicht, die ganze Masse des Körpers zusammen zu halten. Die wichtigsten Lebenserscheinungen der Moneren liessen sich so auf die einfachste Weise mechanisch erklären, d. h. auf physikalisch-chemische Ursachen zurückführen. Alle übrigen Erscheinungen würden erst durch spätere Anpassung sich erklären lassen.

Wenn wir nun für diese Moneren eine ursprüngliche phyletische Entstehung durch Urzeugung annehmen, so handelt es sich bloss noch um die Frage: Wie entsteht das chemische Substrat ihres Körpers, die homogene Protoplasma-Substanz, welche allein denselben zusammensetzt? Durch die neueren Fortschritte der synthetischen Chemie haben

wir schon so viele und verwickelte Kohlenstoff-Verbindungen in unseren Laboratorien künstlich zusammensetzen gelernt, dass die Annahme durchaus gerechtfertigt erscheint, ähnliche Verbindungen und zwar eiweissartige Verbindungen können sich auch frei in der Natur bilden. Gewiss mit Recht dürfen wir in dieser Beziehung dem grossen chemischen Laboratorium der Natur noch Etwas mehr zutrauen, als unsern künstlichen Laboratorien, in denen wir im Grunde doch immer nur mit höchst beschränkten Mitteln arbeiten. Wenn man uns entgegenhält, dass wir wirklich noch keine echten Eiweiss-Verbindungen, und namentlich kein lebensfähiges Protoplasma künstlich haben darstellen können, so beweist dies gar Nichts gegen unsere Ansichten. Denn eben so wenig sind wir bisher im Stande gewesen, eine Menge von verschiedenen Mineralien künstlich herzustellen, wie z. B. Feldspath, Flussspath, Schwerspath, Augit u. s. w. Auch diese anorganischen Krystalle können wir der Natur nicht »nachmachen«. Wenn man daher in jenem Umstande irgend einen Anhaltspunkt finden will für die unwissenschaftliche dualistische Annahme, dass die ersten Organismen durch »Schöpfung« auf übernatürlichem Wege entstanden seien, so muss man eine eben solche »Schöpfung« für alle die genannten und viele andere Mineralien annehmen, die wir in unseren Laboratorien nicht künstlich darstellen können. Die ganze Welt zerfällt nach dieser weit verbreiteten Logik in zwei Abtheilungen:

I. Natürliche Welt: Die einfacheren Verbindungen der Elemente (Metalle und Metalloide), z. B. Wasser, Oxyde, Säuren, die Mehrzahl der Salze und überhaupt alle künstlich darstellbaren »anorganischen Verbindungen«, aber auch die Kohlensäure, Kohlenwasserstoffe und andere einfachere Kohlenstoff-Verbindungen, z. B. Alkohol, Essigsäure etc., welche wir alle künstlich aus den Elementen darstellen können. Alle diese Körper sind durch »Urzeugung«, d. h. auf natürlichem mechanischen Wege, lediglich durch Zusammenwirken der den Stoffen innewohnenden physikalischen und chemischen Kräfte entstanden.

II. Uebernatürliche Welt: Feldspath, Flussspath, Schwerspath, Augit und alle anderen Mineralien, welche wir nicht künstlich durch Synthese der Elemente darstellen können, ferner alle die verwickelteren (organogenen) Kohlenstoff-Verbindungen (Eiweisskörper, Kohlenhydrate, Chitin, etc.) bei denen eine solche »künstliche« Darstellung aus den Elementen ebenfalls bis jetzt nicht gelungen ist. Alle diese Körper sind durch »Schöpfung«, d. h. auf übernatürlichem Wege, durch ausserhalb der Körper befindliche, mystische Schöpferkräfte entstanden.

Für den wahrhaft philosophisch gebildeten Naturforscher bedarf es

keines Hinweises darauf, dass diese Anschauungen eben so unhaltbar sind, wie jede Annahme einer »Schöpfung« überhaupt. Dagegen ist die Annahme einer Urzeugung für die ersten lebenden Wesen, aus denen sich alle übrigen entwickelt haben, ein logisches Postulat der menschlichen Vernunft.

Dass wir die Urzeugung von Moneren bisher noch nicht wirklich beobachtet haben, ist eigentlich nicht im Geringsten zu verwundern. Denn wie ich wiederholt hervorgehoben habe, würde dieser Process, selbst wenn er alltäglich und allstündlich stattfände, äusserst schwierig zu beobachten sein. Sehr kleine formlose Protoplasma-Klumpchen findet man massenhaft sowohl im Meere als in den süssen Gewässern vor, sobald man nur aufmerksam danach sucht. Der Mikroskopiker, welcher dieselben zufällig findet, beachtet sie nicht oder hält sie für zerstörte Fragmente von Organismen, die in der Auflösung begriffen sind. Wo ist aber der Beweis für diese Ansicht? Und wer wird den klaren Beweis zu führen sich getrauen, dass diese überall zu findenden kleinen Partikelchen von Protoplasma nicht durch Urzeugung entstanden sind? Nehmen wir an, dass wirklich die Urzeugung derselben noch heutzutage fort dauere, nehmen wir an, dass sie weder selten noch in beschränktem Maassstabe stattfindet, so wird sie dennoch äusserst schwierig direct zu beobachten und zu verfolgen sein. Die erste Entstehung eines Protoplasma-Körnchens in einer Flüssigkeit, welche die zur Urzeugung erforderlichen Bedingungen enthält, wird eben so momentan erfolgen und eben so schwer durch directe Beobachtung zu verfolgen sein, wie die erste Entstehung eines Krystalles in seiner Mutterlauge. Und nicht minder schwierig wird nachher die Beobachtung der langsamen Wachthumsvorgänge sein, durch welche sich die äusserst kleinen, kaum wahrnehmbaren Plasma-Partikelchen zu den grösseren Plasma-Körpern der Protamoeben etc. gestalten!

Unter allen bis jetzt bekannten Moneren ist vielleicht *Bathybius* für die Hypothese der Urzeugung von der grössten Bedeutung. Die ungeheueren Massen von nacktem lebenden Protoplasma, welche nach HUXLEY's denkwürdiger Entdeckung die tiefsten Abgründe des Meeres bedecken, und die ich in den »Beiträgen zur Plastidentheorie« näher beschrieben habe, machen die Annahme, dass die Urzeugung auch jetzt noch beständig fort dauert, wahrscheinlicher, als irgend eine andere bis jetzt bekannt gewordene Thatsache. Denn wovon sollen wir sonst diese Protoplasma-Decken des tiefsten Meeresgrundes ableiten? Welchen anderen Ursprungs-Quell sollen wir für sie aufsuchen?

Vergessen wir nicht, dass wir uns angesichts der heute noch lebenden Moneren, und namentlich angesichts des *Bathybius*, in folgende

Alternative versetzt finden: Entweder sind Moneren nur einmal, im Beginn des organischen Lebens auf der Erde, durch Urzeugung entstanden, — und dann müssten sich dieselben in gerader Linie seit vielen Millionen Jahren unverändert bis auf den heutigen Tag fortgepflanzt haben. Oder es sind Moneren mehrmals im Verlaufe der organischen Erdgeschichte, durch wiederholte Urzeugungs-Acte entstanden — und dann ist nicht abzusehen, warum dieser Process nicht auch heute noch fortdauern soll. Bei unbefangener und vorurtheilsloser Erwägung aller der verwickelten Verhältnisse, die hierbei in Frage kommen, wird man finden, dass die letztere Annahme weniger theoretische Schwierigkeiten hat, als die erstere. Auf jeden Fall aber bahnen uns die heute noch lebenden Moneren den Weg für ein richtiges Verständniss von dem Ursprung des Lebens, und räumen die wichtigsten Schwierigkeiten aus dem Wege, die bisher für die Hypothese der Urzeugung noch bestanden.

5. Systematisches Verzeichniss aller bisher beobachteten Moneren.

Erste Gruppe: Gymnomonera.

Moneren ohne Ruhezustand und Hüllenbildung.

Genus:	Species:	
I. Protamoeba:	1. P. primitiva	1866. Süßwasser bei Jena H.
	2. P. simplex	1869. Süßwasser bei Jena H.
	3. P. agilis	1869. Süßwasser bei Jena H.
	4. P. Schultzeana	1869. Nordsee bei Bergen H.
	5. P. polypodia	1869. Nordsee bei Bergen H.
	(und Lagunen von Venedig? SCHULTZE).	
II. Protogenes:	6. P. primordialis	1864. Mittelmeer bei Nizza H.
III. Bathybius:	7. B. Haeckelii	1868. Atlantischer Ocean in grossen Tiefen und weiter Verbreitung (HUXLEY).
IV. Myxodictyum:	8. M. sociale	1867. Meerenge von Gibraltar H.

Zweite Gruppe: Lepomonera.

Moneren mit Ruhezustand und Hüllenbildung.

V. Protomonas:	9. P. amyli	1865. Süßwasser in Deutschland (CIENKOWSKI).
	10. P. Huxleyi	1869. Nordsee bei Bergen H.
VI. Protomyxa:	11. P. aurantiaca	1867. Canarisches Meer bei Lancerote H.
VII. Vampyrella:	12. V. Spirogyrae	1865. Süßwasser in Deutschland (CIENKOWSKI).

Genus:	Species:	
VII. Vampyrella	13. V. pendula	1865. Süßwasser in Deutschland (CIENKOWSKI).
	14. V. vorax	1865. Süßwasser in Deutschland (CIENKOWSKI).
	15. V. Gomphonematis	1869. Nordsee bei Bergen H.
VIII. Myxastrum	16. M. radians	1867. Canarisches Meer bei Lanzerote H.

Schlussbemerkung.

Die Classe der Moneren, welche ich 1866 in der generellen Morphologie zuerst als eine besondere, und zwar als die denkbar niederste Classe von Organismen, unterschieden habe, enthält demnach schon jetzt (bis zum Anfang des Jahres 1870) acht verschiedene Gattungen mit sechzehn Arten. Von diesen Species leben sieben im süßen Wasser (3 Arten *Protamoeba*, 1 Art *Protomonas*, 3 Arten *Vampyrella*). Die neun anderen Arten leben im Meere, und zwar zwei Arten im Mittelmeere (1 *Protogenes*, 1 *Myxodictyum*), zwei Arten im canarischen Meere (1 *Protomyxa*, 1 *Myxastrum*), eine Art weit verbreitet in den grossen Tiefen des atlantischen Oceans (und wahrscheinlich über die ganze Erde), *Bathybius*, und endlich vier Arten in der Nordsee (2 Species *Protamoeba*, 1 *Protomonas*, 1 *Vampyrella*). Von diesen sechzehn Moneren-Arten sind elf von mir selbst beobachtet worden, vier von CIENKOWSKI, eine von HUXLEY. Dazu sind mit Wahrscheinlichkeit (aber nicht mit voller Sicherheit) noch zwei *Protamoeben*-Arten zu rechnen, welche MAX SCHULTZE früher im adriatischen Meere beobachtet und als *Amoeben* beschrieben hat (*A. globularis* und *A. limbosa*). Höchst wahrscheinlich ist auch die von ihm bei Venedig beobachtete *A. polypodia* mit der von mir bei Bergen beobachteten *Protamoeba* identisch. Die gemeine *Actinophrys* soll scheint ebenfalls ein Moner zu sein. Wahrscheinlich leben noch viel zahlreichere Moneren-Arten weit verbreitet in allen Gewässern.

Erklärung der Tafel VI.

Fig. 1—4. *Vampyrella Gomphonematis*.

Fig. 1. Ein Stöckchen von *Gomphonema*, welches auf einem *Campanularia*-Stocke aufsass. Das *Gomphonema*-Stöckchen wird von zahlreichen Individuen der *Vampyrella* geplündert. a. Die encystirte *Vampyrella*. b. Dieselbe in vier Sporen (Tetrasporen) zerfallen. c. Eine Cyste, aus welcher eben eine *Vampyrella* ausschlüpft und auf einem *Gompho-*

nema-Ast weiter kriecht; zwei andere Sporen sind schon ausgekrochen; die vierte liegt noch bewegungslos in der Cyste. *d.* Tetrasporen. *e.* Auskriechende Vampyrella. *f.* Eine Vampyrella, welche eine Kieselzelle (*g*) frisst. *h.* Die entleerte Kieselzelle wird ausgestossen. *i.* Eine Kieselzelle von der schmalen Seite. Vergr. 350.

Fig. 2. Zwei Kieselzellen von Gomphonema, überzogen von einer Vampyrella, die in ihr Inneres einzudringen beginnt. Vergr. 700.

Fig. 3. Eine isolirte Vampyrella, frei beweglich mit ausgestreckten Pseudopodien. Vergr. 700.

Fig. 4. Eine encystirte Vampyrella, welche in vier Tetrasporen zerfallen ist. Vergr. 700.

Fig. 5 — 8. *Protomonas Huxleyi*.

Fig. 5. Eine cylindrische Diatomee, *Rhizosolenia*, welche vier Cysten (*c*) von *Protomonas* trägt. Eine Cyste (*a*) enthält eine ungetheilte Protoplasma-Kugel. Die drei anderen Cysten enthalten kugelige nackte Cytoden (Sporen, *b*). Die eine Cyste ist durch Druck gesprengt, und es treten die Schwärmsporen aus, welche mit einer sehr langen und zarten Geissel versehen sind. Vergr. 700.

Fig. 6. *A—D.* Vier Schwärmsporen, welche in amoeboiden Cytoden übergegangen sind und feine spitze Pseudopodien vorstrecken. Verg. 700.

Fig. 7. Zwei amoeboiden Cytoden, welche durch ein feines Pseudopodium zusammenhängen. Vergr. 700.

Fig. 8. Eine amoeboiden Cytode, welche zahlreiche feine Fortsätze getrieben und sich fast actinophrysartig ausgebreitet hat. Vergr. 700.

Fig. 9. *Protamoeba agilis*.

A—F. Verschiedene Contractionszustände. *G, H.* Zwei Individuen in Theilung begriffen. Vergr. 420.

Fig. 10. *Protamoeba Schultzeana*.

A. Ein sehr grosses Individuum.

B. Dasselbe in Quertheilung begriffen.

C und *D.* Die beiden, aus der Theilung hervorgegangenen jungen Individuen. Vergr. 420.

Fig. 11. *Protamoeba polypodia*.

(*Amoeba polypodia*, MAX SCHULTZE, ?). Vergr. 700.

Fig. 12. *Protamoeba simplex*.

A. Ein fast kugeliges Individuum.

B. Ein lappig ausgebreitetes Individuum. Vergr. 250.

Fig. 13.

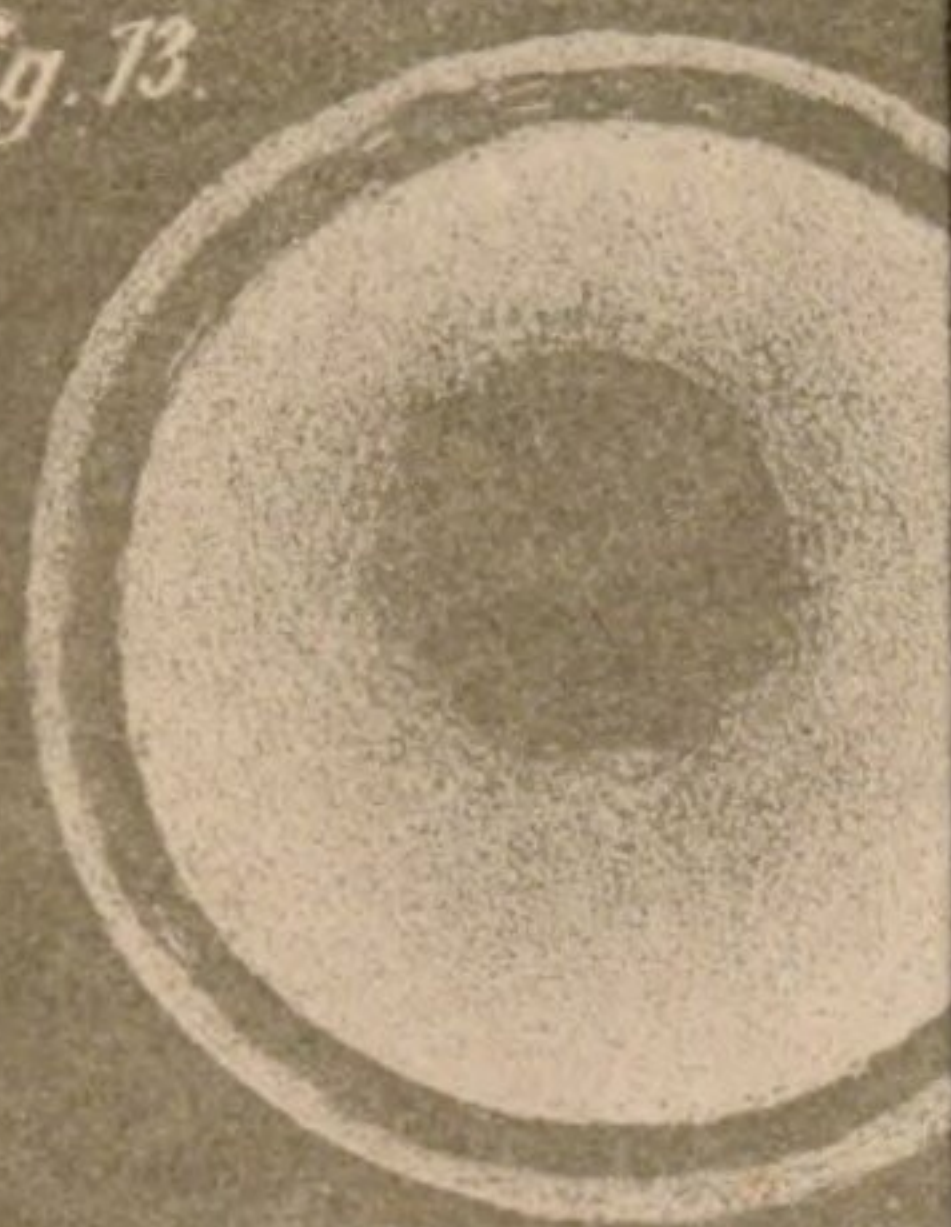


Fig. 14.

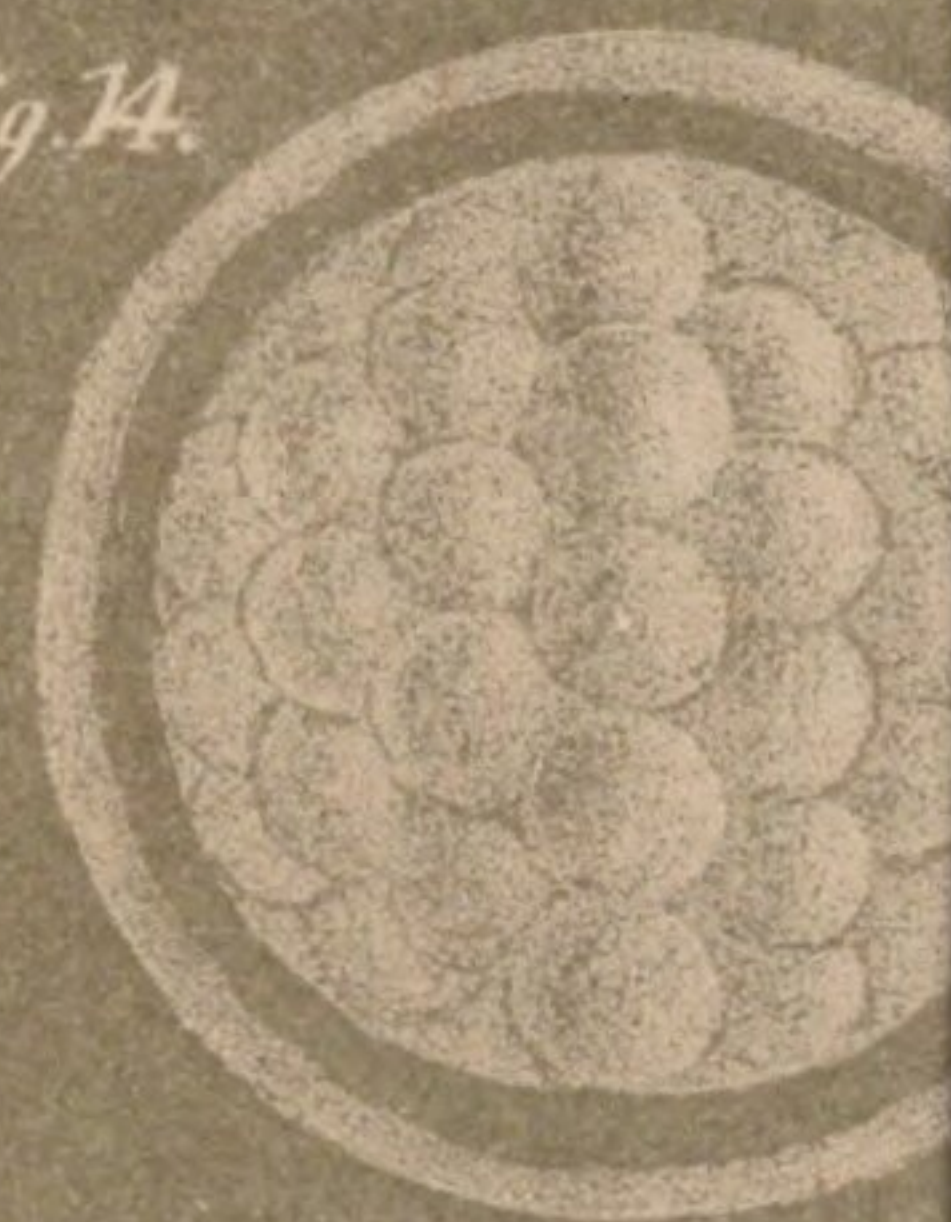


Fig. 15.



Fig. 16.

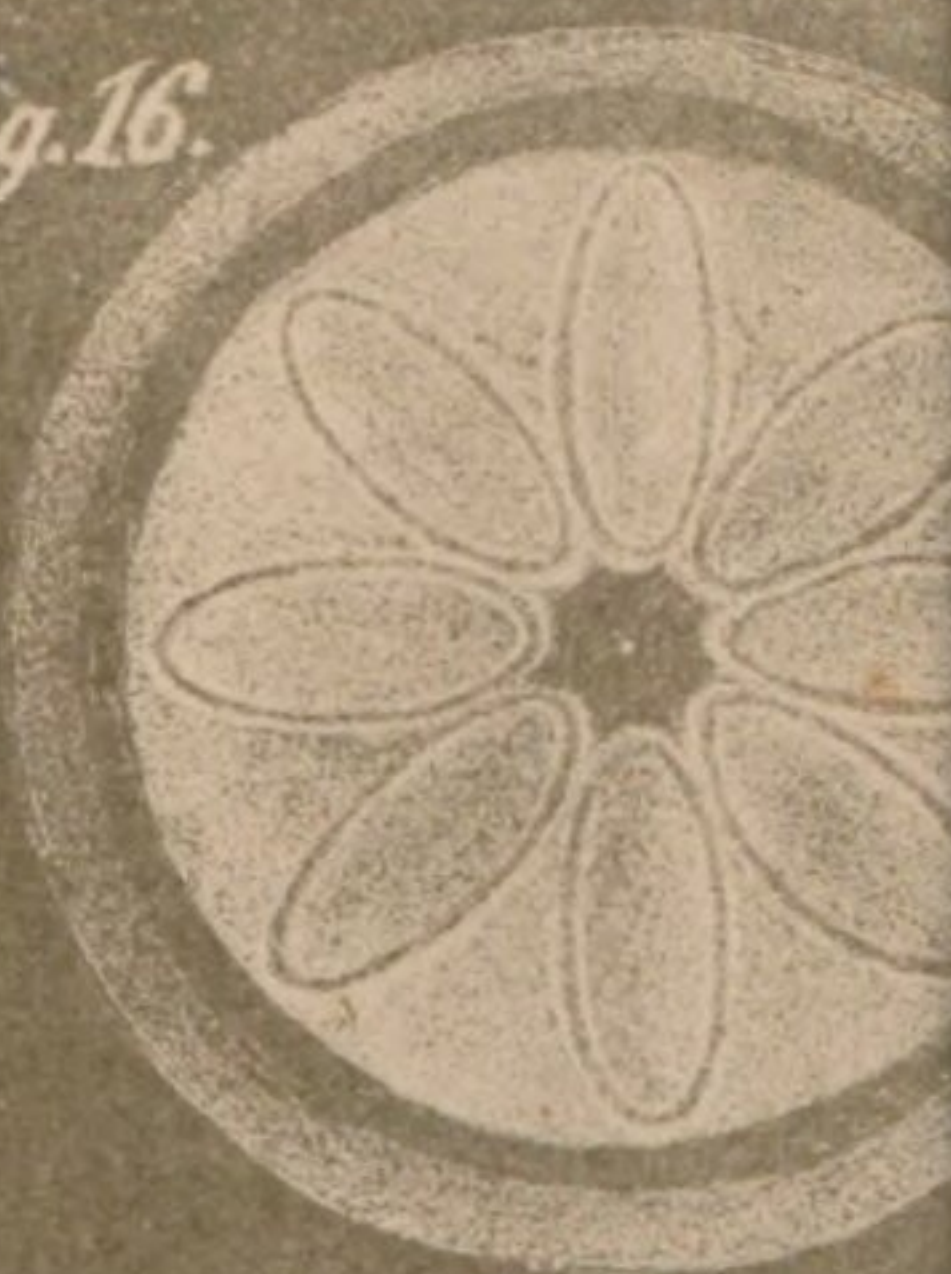


Fig. 28.



Fig. 29.

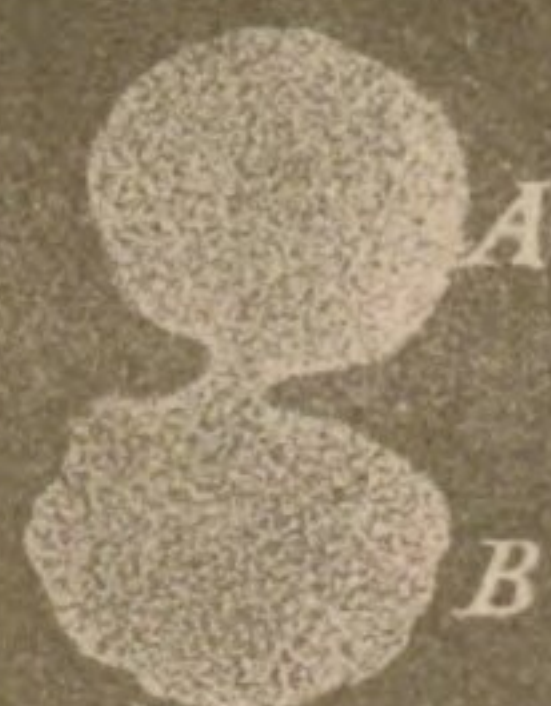


Fig. 30.



Fig. 17.

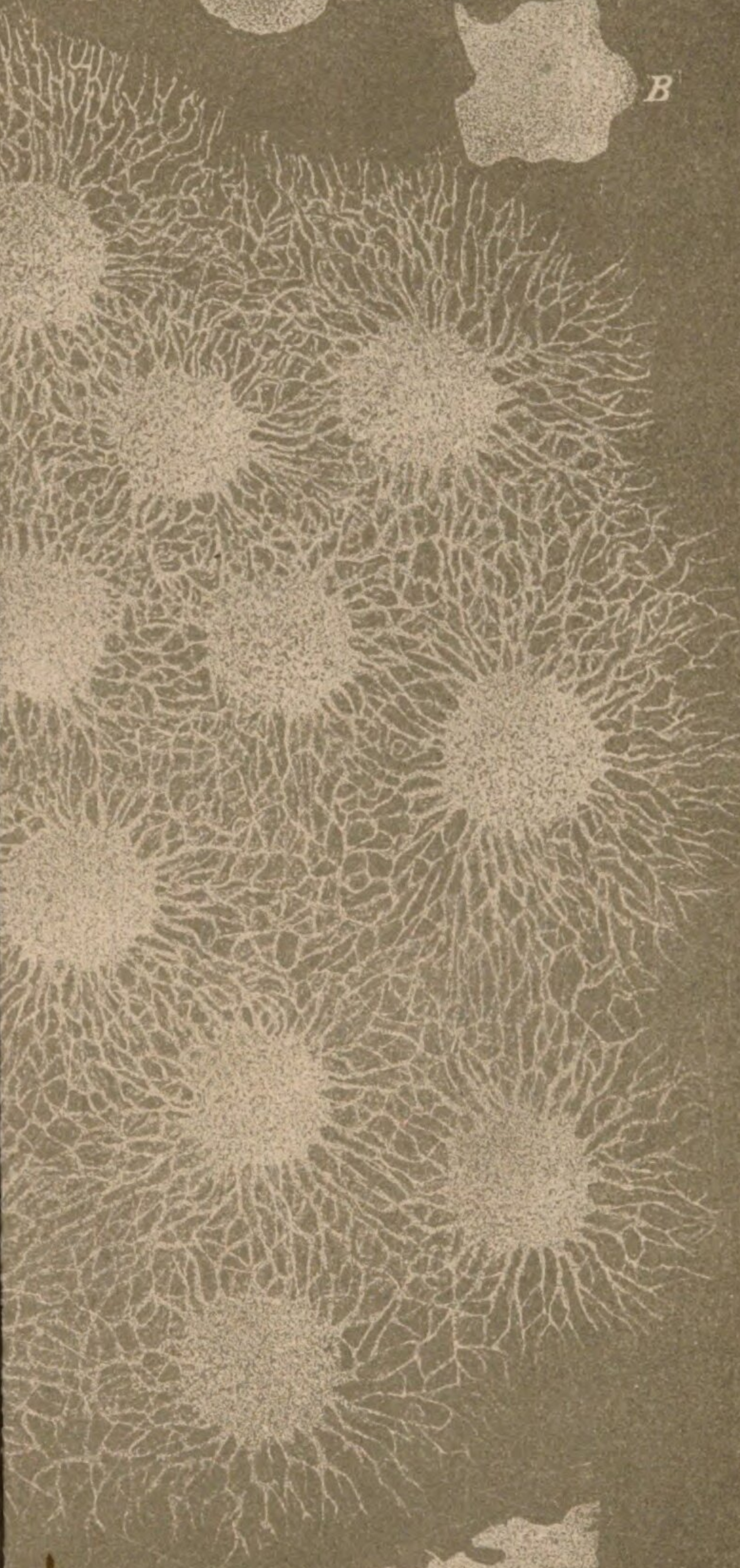
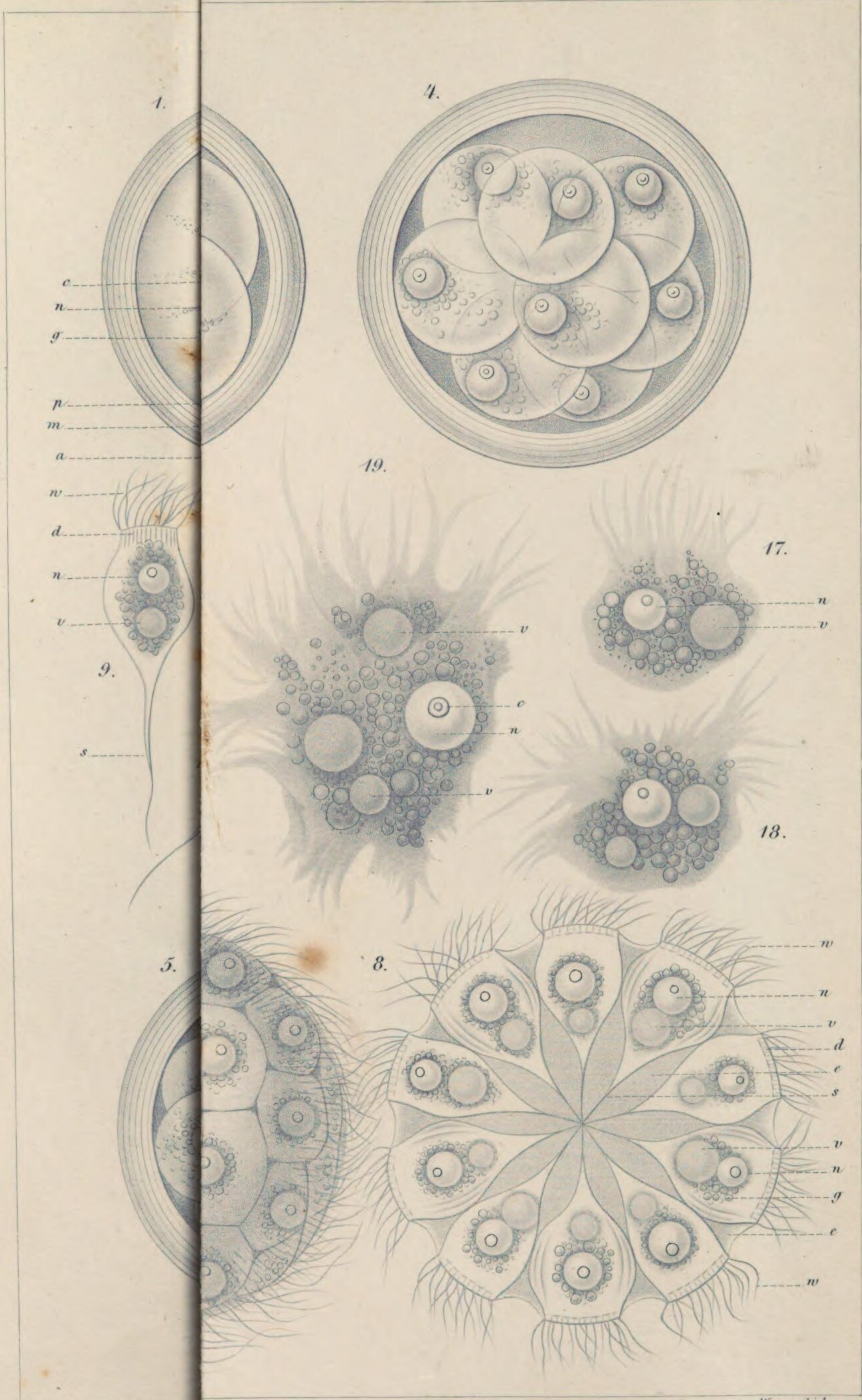
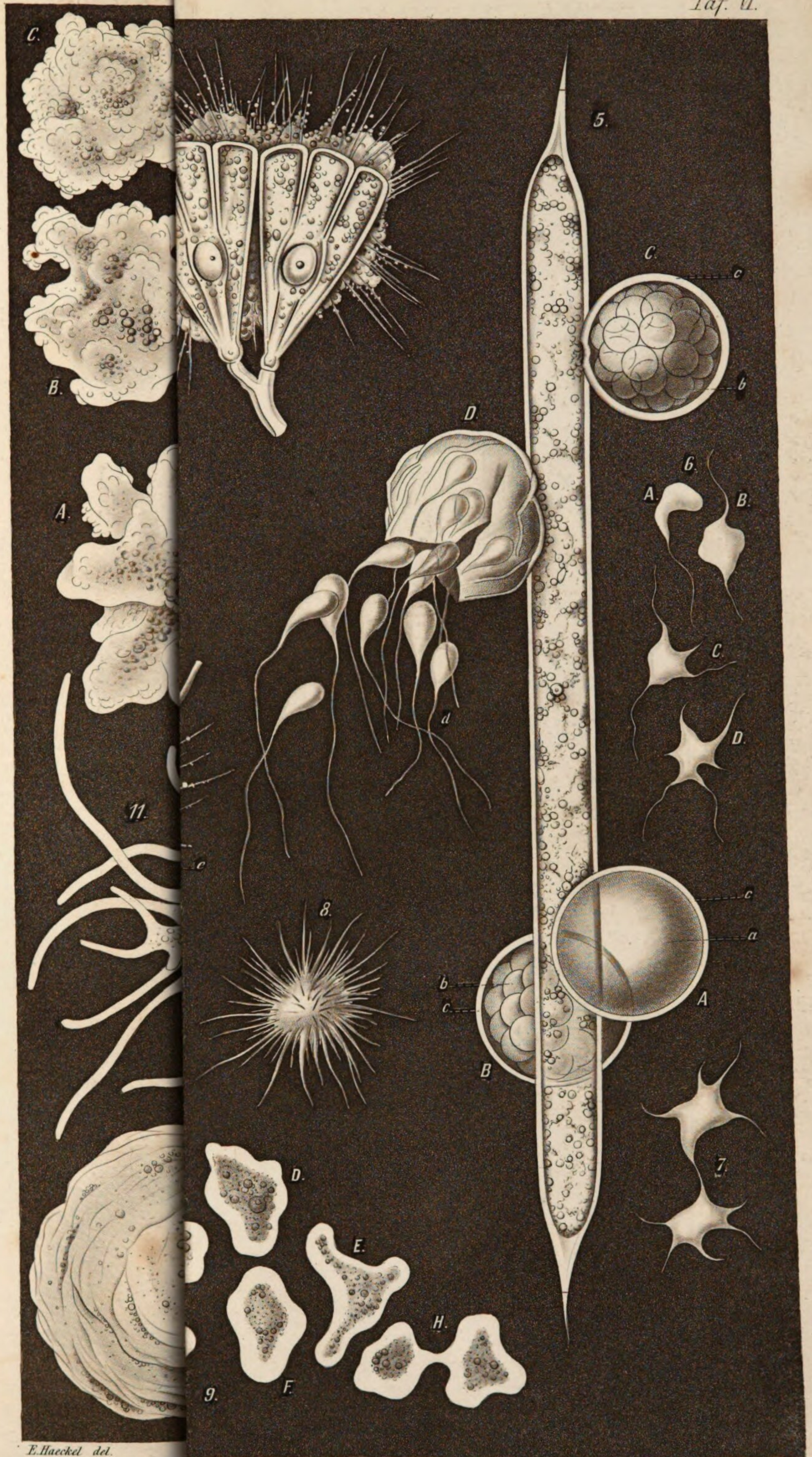


Fig. 32.



Mytilus sociale.





E. Haeckel del.

Wagenschieber sc.

eba.



Hwtm.

James W. Palmer

Haeckel, Ernst, 1834-1919

Biologische Studien nebst einer Rede über Entwicklungsgang und Aufgabe
der Zoologie

Bd.: 1

Leipzig 1870

Zool. 228 pum-1

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11019805-0